



核不拡散・核セキュリティ総合支援センター
— 2年間の活動報告 —

Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security (ISCN)
- Biennium Activity Report -

(編)千崎 雅生

(Ed.) Masao SENZAKI

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター
Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security

September 2014

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Review

本レポートは独立行政法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

独立行政法人日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,
Japan Atomic Energy Agency.
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター
－2年間の活動報告－

日本原子力研究開発機構
核不拡散・核セキュリティ総合支援センター
(編) 千崎 雅生*

(2014年2月7日受理)

2010年12月に核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)が設置されてから2年、ISCNは核不拡散/保障措置、核セキュリティ等の分野で、30回を超えるトレーニング、セミナー、ワークショップ等を開催し、参加国数は30か国、参加者は1,000名を超えている。アジア諸国を中心とした海外向けのトレーニング等のみならず、(旧)原子力安全・保安院、原子力規制庁、警察関係、自衛隊、原子力事業者、電気事業者等国内関係機関向けのトレーニング、セミナー等も開催し、多くの参加を得ている。特に原子力規制庁とは、核セキュリティのトレーニング・カリキュラムの整備、そして新任の核物質防護検査官の研修等で協力関係を強めている。本報告書は、ISCNの2年間の活動と国際貢献をまとめたものである。

Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security (ISCN)
— Biennium Activity Report —

(Ed.) Masao SENZAKI*

Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received February 7, 2014)

This Biennium Activity Report summarizes the activities conducted by the Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security (ISCN) and its worldwide international contribution in the field of nuclear nonproliferation and nuclear security.

The ISCN was established in December of 2010. For the past two years, ISCN has convened more than 30 trainings, seminars, and workshops in the field of nuclear nonproliferation/safeguards and nuclear security with over 1,000 participants from more than 30 countries.

Not only trainings for overseas participants centering on Asian nations, but ISCN also provided trainings and seminars for relevant domestic institutions including nuclear operators, government organizations such as Nuclear Regulatory Authority (NRA), police organizations, Self-Defense Forces. Especially, ISCN has strengthened cooperation with NRA in developing training curriculums for nuclear security, and also in training for newly-appointed physical protection inspectors of NRA.

Keywords: Human Resource Development, Capacity Building, Research and Development, Nuclear Nonproliferation, Safeguards, Nuclear Security, Peaceful Use of Nuclear, Training Course, SSAC, Physical Protection Exercise Field, Virtual Reality System, Detection and Measurement of Nuclear Material and International Cooperation

*Science Consultant

目次

1. ISCN の設置について	1
2. ビジョンと事業運営の方針	3
3. 活動概要	4
4. キャパシティ・ビルディング機能強化への貢献	8
4.1 国際核不拡散枠組みコース	9
4.2 核セキュリティコース	11
4.3 核セキュリティのカリキュラムとツール開発	14
4.4 保障措置・国内計量管理コース	20
5. 核物質の検知・測定のための技術開発	27
6. 国際協力連携	33
7. 二国間協力の考え方・取組(ベトナム協力の事例)	39
付録 1： キャパシティ・ビルディング支援項目	43
付録 2： 国際核不拡散国際枠組みコース活動実績	44
付録 3： 核セキュリティコース活動実績	45
付録 4： 保障措置・国内計量管理コース活動実績	46
付録 5： 2013(JFY) Training Schedule Plan	47

Contents

1. Establishment of ISCN.....	1
2. Visions and Management Policies.....	3
3. Summary of Activities.....	4
4. Contributing to Strengthening the Function of Capacity Building.....	8
4.1. International Nuclear Nonproliferation Framework Course.....	9
4.2. Nuclear Security Course.....	11
4.3. Development of Training Tools and Curriculums for Nuclear Security Courses.....	14
4.4. Training Courses for Safeguard and State System of Accounting for and Control of Nuclear Material.....	20
5. Research and Development of Advanced Technologies for Detection and Measurement of Nuclear Material.....	27
6. International Collaboration.....	33
7. Approaches and Efforts for Bilateral Cooperation.....	39
Annex:1 Potential Areas and Items for Capacity Building Support at ISCN.....	43
Annex:2 Results of International Nuclear Nonproliferation Framework Course.....	44
Annex:3 Results of Nuclear Security Course.....	45
Annex:4 Results of SG&SSAC Course.....	46
Annex:5 2013(JFY) Training Schedule Plan.....	47



核不拡散・核セキュリティ総合支援センターロゴ

1. ISCN の設置について

2010年4月、ワシントンでの核セキュリティ・サミットにおいて、我が国はアジア地域を中心に核不拡散・核セキュリティ強化に貢献するために、日本原子力研究開発機構(JAEA)に核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)を設置し、人材育成支援や基盤整備支援等を実施していくとするコミットメントを行った。これに基づき、同年12月には、ISCNが設置された。

JAEAは、試験研究炉、「ふげん」や「もんじゅ」等の開発運転経験、再処理MOX燃料開発等、核燃料サイクルすべてにわたる広範な技術開発や施設の保有、その運転経験、またこれらの計量管理・保障措置や物理的防護対応についても豊富な知識と経験を有している。このようなことが、JAEAにISCNを設置して、アジア地域を中心とする核不拡散・核セキュリティ分野のキャパシティ・ビルディング、基盤整備支援、核物質の検知と測定技術の開発等に貢献することを求められた背景である。

ISCNの設立に当たり、国内関係機関のメンバー構成による核セキュリティ関係準備検討会を設置し、議論の結果、以下の提言がなされた(準備検討会は2010年8月3日に第1回が開催され、委員間の意見交換を重ね、12月24日の第5回に報告書のとりまとめをもって終了)。

- (1) 核セキュリティについて人材育成が重要課題であることを念頭に入れ、核セキュリティの国際的な共通枠組み及び国際原子力機関(IAEA)への支援機能等を考慮しつつ、我が国が培ってきた経験、地域や各国の特徴を活かした人材育成に取り組む。
- (2) アジア地域の多様性に着目し、相互理解を深めながら地域的な人的ネットワークを構築する。
- (3) 3S (Security, Safety and Safeguards) を意識し、核セキュリティと保障措置、安全を組み込んだ支援活動を検討していく。

また、文部科学省をはじめ、内閣府・原子力委員会、経済産業省・原子力安全・保安院、外務省、警察庁等で構成された関係府省検討会、そして原子力事業者等からISCNの事業についてご意見をいただいた。これらご意見を受けて、ISCNとしては、下記のビジョンと事業運営の方針に基づき、核不拡散／保障措置、核セキュリティ分野について、アジア地域を中心とした原子力新興国の支援を行うため、対象国のニーズを十分に把握し、日本政府、国内の関係機関、またIAEAをはじめ、米国、欧州連合(EU)、韓国等関係国と十分な連携をとりつつ、総合的な取り組みをおこなひ、国際拠点としてふさわしい事業を、展開していくこととした。

核不拡散・核セキュリティ総合支援センターの開所式を開催

- 核不拡散・核セキュリティ総合支援センターの開所式を2011年2月4日(金)、東海駅前にある原子力機構テクノ交流館リロッセイにて開催
- 文部科学省、経済産業省他政府関係者、国会議員など国内関係者、IAEA、米国、韓国、インドネシアやウィーンに本部を置く世界核セキュリティ協会(WINS)、在京のEU代表部、フランス大使館、UAE大使館など、合計約150名が開所式に参加。



2. ビジョンと事業運営の方針

現在、ISCN では以下のような 3 つのビジョンと 6 つの運営方針を基に事業を展開している。

【ビジョン】

- ・ 核不拡散と核セキュリティの重要性を認識し、本分野のリーダーとなる人材育成及び法制度・規則等の基盤整備の支援
- ・ 原子力平和利用と核不拡散の両立, 核セキュリティ確保に向けた取り組みを行い、その情報発信等による核不拡散・核セキュリティ文化の醸成
- ・ 核物質等の検知・測定技術の開発による国際社会の核不拡散・核セキュリティの強化への貢献

【事業運営の方針】

我が国の独自性を発揮しながら、最小限の投資で最大限の効果を発揮することを基本とし、次の 6 本を ISCN の運営の戦略として立てている。

- ・ ニーズに応じたきめ細やかな対応
- ・ 蓄積した経験を活用
- ・ 既存の施設を有効に活用
- ・ 技術開発との一体的運用
- ・ 最先端の技術を活用
- ・ 国内外機関との効果的連携

3. 活動概要

(1) これまでの活動概要

2011年3月の東日本大震災と福島第一原子力発電所事故により、本格的な活動開始はやや遅れたが、同年5月から開始した支援対象国でのニーズ調査やセミナー等から活動を始め、2011年度は予定していたトレーニング事業をほぼ予定通り行い、また、2012年度も計画どおりの活動を行っている。すでに米国、ロシア、欧州委員会(EC)においては本分野のトレーニングセンターが以前から活動している。ワシントンでの第1回核セキュリティ・サミットにおいて、多くの国が人材育成支援のCenter of Excellence (COE) の設立をコミットメントしたが、実際にそれを設立し、事業計画に沿って多くの活動を行っているのは、現在のところ ISCN が唯一である。

アジア諸国へのニーズ調査の概要

ISCN

福島第一原子力発電所事故後においても、総合支援センターで開催するトレーニングやセミナーへの期待は高く、訪問したすべての国から参加の希望が寄せられた。

(2010年秋)

タイ、マレーシア、シンガポール、フィリピン、インドネシア、ベトナム

(2011年夏)

カザフスタン、ベトナム、インドネシア、モンゴル、マレーシア、バングラデシュ

(2012年夏～秋)

モンゴル、ヨルダン、リトアニア、マレーシア、トルコ

□ 共通するニーズと国によって異なるニーズ

- トレーニング機会の増加を歓迎
- それぞれの国からトレーニングセンターへの協力要請
- さまざまな訓練への調整機能の期待
- 現地語による現地開催希望(言葉の問題)



Indonesia (BAPETEN)

□ 準備段階にある人材育成計画

- 原子力発電導入レベルとそれに適応した人材育成
- ニーズに対応する柔軟性



Mongolia (NEA)

□ 実践に即したトレーニングコースへの期待

- 実習施設や機器を用いた訓練の提供
- 実務をマスターできる長期計画に基づく訓練の提供
- 現実的な環境での経験(模擬PPフィールド、VR技術への期待)
- トレーナーの育成

ソウルで開催された第2回核セキュリティ・サミットにおいても、我が国政府は、ISCNの活動について National Progress Report 中で、「我が国は、2010年12月にJAEAの下にISCNを設立した。核物質防護実習フィールド(PPフィールド)やバーチャル・リアリティ(VR)システムを備えたこのセンターにおいて、我が国は人材育成プログラムを通じて国際的な核セキュリティ向上に貢献してきている。2012年3月14日現在、ISCNは、IAEA等の関係諸機関と協力して、計約250名の研修生に対し、核不拡散・核セキュリティに関わる規制の導入及び原子力関連の技術開発に関する11のトレーニング事業を実施してきた」と報告しており、また、会

議における総理のステートメントの中で、「(途上国への人的・物的支援の充実について)『ISCN』を通じ、人材の受け入れや研修を拡充します」と述べている。

(2) これまでの活動実績の概要

これまでの2年間、ISCNは核不拡散/保障措置、核セキュリティ等の分野で、30回を超えるトレーニング、セミナー、ワークショップ等を開催し、参加国数は30か国、参加者は1,000名を超えている。

アジア諸国を中心とした海外向けのトレーニング等のみならず、(旧)原子力安全・保安院、原子力規制庁、警察関係、自衛隊、原子力事業者、電気事業者等国内関係機関向けのトレーニング、セミナー等も開催し、多くの参加を得ている。特に原子力規制庁とは、核セキュリティのトレーニング・カリキュラムの整備、そして新任の核物質防護検査官の研修等で協力関係を強めている。

ISCNではトレーニング・プログラムのツールとして、PPフィールドとVRシステムを整備してきた。これらのツールの整備にあたっては、政府関係機関、米国エネルギー省(DOE)/サンディア国立研究所(SNL)、IAEA等の協力を得て整備を進めてきている。すでに、両ツールについては核セキュリティトレーニングに取り入れているが、それは世界でもISCNのみであり、今後、トレーニング・プログラムへの活用を一層充実したものとしていく予定である。

また、ISCNの活動の柱として、設置時点より、先端技術をベースとする核セキュリティ強化のための技術開発をJAEAの関連部署との連携、そしてDOEや国立研究所や欧州委員会(EC)/共同研究センター(JRC)との協力により実施している。この技術開発では、核鑑識に関する技術開発、従来技術では検知・測定困難と考えられる対象物中の核物質に関する先端的な検知・測定技術の開発を進めている。また、世界的な供給不足が懸念されているヘリウム-3ガス中性子検知器に代わる中性子検知器の開発を行っている。

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター2012年度人材育成事業計画

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
フォーラム、シンポジウム ワークショップ、ニーズ調査*1			ニーズ調査*1 ▼6/5-6 モンゴル	▼7/13 ISCN WS ワシントン ▼7/4ASEA N+3 EPGG フアンペン	▼8/7-8 ヨルダン	▼9/4-6 マレーシア ▼8/28-29 リトアニア ▼9/4-5 WINS WS		▼10/29-31 APSN #3Plenary	▼11/12-16 トルコ ▼12/12-13 原子力と核不拡散、核セ キュリティに関するJAEA国 際フォーラム ▼12/18-21 FNCA WS/APSNセミ ナー(ハノイ)			
核セキュリティコース			▼5/22-24 RTC核機入門 (IAEA)									
①国際トレーニング(1~2週間) 3回/年									▼10/15-26 RTC on PP (with DOE/SNL)			▼11/13-15 核セキュリティカレッジ(IAEA)
②往訪トレーニング(2日又は3日間)1回/年						9/25-26▼ カザフスタン		▼10/29-30 INFIRC225/rev.5 に係る国際WS (IAEA)				
③国内トレーニング(3日間) 3回/年	▼4/19 NISA・PP Pilotコース	5/31-6/1*2	6/27-29*2	7/25-27*2				▼11/6 陸上自衛隊 化学学校	▼11/29NRA新任検査官研修			
保障措置・国内計量管理コース									▼11/26-12/7 ITC SSAC (IAEA)			
①国際トレーニング(2週間) 1回/年												
②往訪トレーニング(2日又は3日間) 2回/年				▼7/10-12 AP WS (ベトナム)								▼1/30-31 AP WS マレーシア
③IAEA査察官(1週間) 2回/年			▼(4日間)(6/25-28) DCVD トレーニング (IAEA/MEXF)									▼1/28-2/1 再処理施設のSG(IAEA)
核不拡散に係る国際枠組コース												▼1/29 マレーシア
①セミナー(2日間) 4~5回/年						▼9/4-5 モンゴル		▼11/20 ベトナム				▼1/29-30ヨルダン ▼1/22-23トルコ
大学連携事業等			6/11-29 IAEA原子力マネジメントス クール(W/東京大学)			9/19-21 東京大学 大学連携核安全 セキュリティコース		11/1 Lecture at ICU on SG/NS 11/12教員: 原子炉プラント安全コース 12/10教員: 原子力行政コース				3/26-28 大学連携核安全 セキュリティコース

*1 ニーズ調査: セミナー開催に先駆けて、経済産業省エネルギー庁と相談の上。

*2 核セキュリティコース/国内トレーニング: VRシステム及びPPTレーンングフィールドでの実習を含み、3分割で行う。

赤字: 国内開催 黒字: 国外開催 青字: 他のイニシアティブ

(3) ISCN 活動の評価

ISCN の活動に関する主な評価として以下のようなものがある。

① 日米政府による「核セキュリティ作業グループ(NSWG)」での評価

ISCN の活動に関する協力は NSWG の協力項目の一つとなっており、2013年1月に米国で開催された会合では、米国側より「ISCN は素晴らしい成果をあげている」とのコメントがなされた。

② ベトナムとの協力

ベトナムとの協力は、ほぼ5年前に旧・核不拡散科学技術センターにより開始されており、それを ISCN は引き継ぎ、特に IAEA との追加議定書 (AP) を批准するために必要な条件整備やトレーニング等について、日本の経験をもとにした密接な協力を行ってきた。その成果もあり、2012年9月、ベトナムは AP を批准した。

③ その他の評価

JAEA/米国エネルギー省との定期会合(PCG)での米国側代表(次官補代理代行のメンデルスドーン氏)や IAEA 保障措置局部長ジル・クーリー氏、人材育成支援を行っているアジア諸国等から、ISCN の活動を評価する多くのコメントをいただいている。

各国からの期待と評価

ISCN

米国

➤ 米国家安全保障会議 ローラ・ホルゲイト上級ディレクター

第1回核セキュリティサミット後にトレーニングセンターを設立すると表明した関係国の中では、ISCNが最も進んだ訓練施設である。また、核セキュリティでもISCNは模範となっている。

欧州

➤ 欧州委員会(EC)共同研究センター(JRC)総局長 ドミニク・リストーリ

ECとしてもISCNの活動に期待している。ISCNの様々なトレーニングコースについて、今後JRCとの協力を強化していきたい。

国際機関

➤ IAEA保障措置局部長 ジル・クーリー

IAEAによる各国のニーズに対応したきめ細やかな支援の提供には限界があり、ISCNの存在は極めて重要。ISCNによる新規原発導入国のインフラ整備および能力増強支援は、IAEAの活動を補完するものである。今後緊密に協力していきたい。

アジア

➤ ベトナム (放射線・原子力安全規制庁)

ベトナムは、核物質防護条約への年内の加入を目指しており、そのため、ISCNのセミナー、トレーニングは時宜を得た有意義なものである。ぜひ参加したい。ISCNの支援には非常に感謝しており、引き続き協力を期待したい。

➤ モンゴル (モンゴル原子力エネルギー庁)

モンゴルでの核不拡散関連の人材育成にISCNの継続的な支援を期待する。特に保障措置分野の情報共有や支援、モンゴルでの往訪トレーニングを希望している。

➤ マレーシア (マレーシア原子力許可委員会)

マレーシアは2020年の原子力発電所建設計画に向けて保障措置・核セキュリティの分野の人材育成に力を入れており、今年度のセミナーを歓迎する。今後も情報共有、様々な支援の継続を期待している。

➤ インドネシア (インドネシア原子力規制庁)

ISCNのトレーニングには、当方の職員をぜひ参加させたい。ISCNのトレーニングを全面的にサポートする。

➤ フィリピン (フィリピン原子力研究所)

福島の事故は、ISCNが行ってきた献身的な活動の継続を妨げることはないだろう。トレーニングには喜んで参加したい。非常に期待している。

4. キャパシティ・ビルディング機能強化への貢献

キャパシティ・ビルディング機能強化への貢献としては、現在以下に記載する、3つのコース、即ち国際核不拡散枠組みコース、核セキュリティコース、保障措置・国内計量管理コースを実施している。(付録1: キャパシティ・ビルディング支援項目参照)

ISCN が主催する2週間の核セキュリティコース及びその対象国は、アジアを中心とした国のうち、アジア原子力協力フォーラム(FNCA)参加国、ASEAN 参加国、並びにわが国と原子力協定締結や交渉中の国及び特段の理由がある国としている。

【保障措置・国内計量管理コース:26 か国】

- ① 東アジア諸国: 中国*、韓国*、モンゴル
- ② 東南アジア諸国: インドネシア、カンボジア、シンガポール*、タイ、フィリピン、ベトナム、マレーシア、ミャンマー、ラオス、ブルネイ
- ③ 南アジア諸国: インド、バングラデッシュ、ネパール(IAEA からの要請)
- ④ 中央アジア諸国: カザフスタン、キルギス(IAEA からの要請)
- ⑤ 中東: UAE*、トルコ、ヨルダン
- ⑥ 大洋州諸国: 豪州、ニュージーランド(IAEA からの要請)
- ⑦ 欧州: ウクライナ(先方からの要請)、モルドバ(IAEA からの要請)、リトアニア(日本企業が原発を輸出する可能性が高い)

なお、OECD 加盟国及び日本より一人当たりの名目 GDP の高い右肩に * のついた国は旅費、滞在費は支給しない。

【核セキュリティコース:22 か国】

特に保障措置・国内計量管理コース参加国として IAEA から要請があった4か国(ネパール、キルギス、ニュージーランド、モルドバ)を外した上記22か国

- ① 東アジア諸国: 中国*、韓国*、モンゴル
- ② 東南アジア諸国: インドネシア、カンボジア、シンガポール*、タイ、フィリピン、ベトナム、マレーシア、ミャンマー、ラオス、ブルネイ
- ③ 南アジア諸国: インド、バングラデッシュ
- ④ 中央アジア諸国: カザフスタン
- ⑤ 中東: UAE*、トルコ、ヨルダン
- ⑥ 大洋州諸国: 豪州
- ⑦ 欧州: ウクライナ(先方からの要請)、リトアニア(日本企業が原発を輸出する可能性が高い)

4.1 国際核不拡散枠組みコース

(1) 活動の目標

日本との原子力開発協力の拡大が見込まれる国、政府レベルで協力要請のあった国に対し、核不拡散・核セキュリティの活動の重要性の啓蒙と共に、相手国の原子力開発の現状や核不拡散・核セキュリティ分野におけるニーズを幅広く把握し、双方の関係者の今後の協力に向けての理解を得る。

(2) 活動のポイント

- ① 今後の協力に向けてのスタートラインとして位置づけ(キックオフ会合)となる「原子力平和利用と核不拡散/核セキュリティ」に関するセミナーを開催し、協力の展望(相手国の状況に応じ保障措置、核セキュリティ関連の具体的協力の項目抽出・協力方法の協議)について意見交換する。なお、本コースの開催に当たり、文部科学省、外務省、経済産業省等と密接な連携協力を行っている。
- ② 継続的、具体的協力を行っている相手国に対し、適切な時期に再度総括的なセミナーを行う。これにより相手国の開発側、規制側、運転側の上層部に核不拡散・核セキュリティの活動の重要性について再確認を行い、その後の協力を資する。

【主な内容】

- (1) 原子力の平和利用と核不拡散/保障措置・核セキュリティ
- (2) 福島第1原子力発電所事故の状況と3S(Safety, Security and Safeguards)の重要性
- (3) 政府組織の機能、核不拡散の規制枠組
- (4) IAEA 保障措置の現状と展望
- (5) その他

(3) 重要な点

- ① 核不拡散・核セキュリティ分野における相手国の幅広い関係機関(規制当局、事業者、研究開発機関等を含む)から幹部職員の参加を得る(初期のキックオフについては政策担当者、規制当局、研究開発機関の参加が主になることが多い)。
- ② 政府レベルの協力であるので、相手国駐在の日本大使館(可能であれば大使)から参加を得る。
- ③ 核不拡散・核セキュリティを幅広くカバーする。核不拡散・核セキュリティに係る国際的動向、我が国の法体系での対応を含めた実施状況の説明、相手国の現状のレビューと対応のた

めのディスカッション等が内容となり、1～2日間のセミナー形式としている。

- ④ 包括的な国際枠組みのセミナーを経て、核不拡散・核セキュリティ分野の認識を醸成しつつ、相手国のニーズに応じ、国内法整備、国内計量管理システム、AP、核セキュリティの具体的支援、トレーニングへ深化・移行を図る。

(4) 成果

2011、2012年度活動実績(付録2: 国際核不拡散国際枠組みコース活動実績参照)

① カザフスタン

2011年の国際枠組みセミナーを踏まえ、2012核セキュリティ・セミナー実施

② モンゴル

2011、2012年の国際枠組みセミナーから、AP申告のワークショップへの深化の方向性

③ マレーシア

2011年の国際枠組みセミナーから、2012AP申告のワークショップへの深化

④ ベトナム

2011年の事業者(EVN)を含む国際枠組みセミナー、2012総括的なセミナーの実施

⑤ ヨルダン

2012年の国際枠組みセミナー、今後の協力の方向性を模索

⑥ トルコ

2012年の国際枠組みセミナー、今後の協力の方向性を模索

(5) 今後の課題

要請により活動の範囲が中東、東欧等へと拡大しているが、優先度をどうするか、2年目以降のすでにセミナーを開催した国との協力の深化の方向性をどのように合意していくか等について、国内外の関係機関と共に適切に調整・決定する必要がある。

(6) 関係者からの評価

以下に例を示す。

① ベトナム(放射線・原子力安全規制庁)

ベトナムにとって、ISCNのセミナー、トレーニングは時宜を得た有意義なものである。ぜひ参加したい。ISCNの支援には非常に感謝しており、引き続き協力を期待したい。
(2012年春の時点でのもの)

② モンゴル(モンゴル原子力エネルギー庁)

モンゴルでの核不拡散関連の人材育成にISCNの継続的な支援を期待する。特に保障措置分野の情報共有や支援、モンゴルでの往訪トレーニングを希望している。

③ マレーシア(マレーシア原子力許認可委員会)

マレーシアは 2020 年の原子力発電所建設計画に向けて、保障措置、特に AP 批准に向けた具体的取組への協力を期待する。また、核セキュリティの分野の人材育成に力を入れており、ISCN のセミナーを歓迎する。今後も情報共有、様々な支援の継続を期待している。

この他、各セミナーでは、セミナー後担当者間で、まとめの打ち合わせを行いセミナーの成果や今後の双方の協力事項等を確認している。基本的にはポジティブな印象が多く聞かれ、次の支援への具体的な項目を議論している。

4.2 核セキュリティコース

(1) 活動の目標

主にアジア地域及び我が国関係者を対象に、核セキュリティの重要性や関連知識、具体的な関連技術に関する知識を提供し、また相互に情報共有を行うことにより、アジア地域、ひいては国際的な核セキュリティ文化の醸成と核セキュリティ体制強化を促進することを目指す。

(2) 活動のポイント

- ① 海外向けとして、核セキュリティに関する国際的な枠組み、核鑑識、核セキュリティ文化の醸成、物理的防護システムの設計と評価に関するトレーニングを提供することで、政府機関と事業者のそれぞれの役割は何か、事業者がそれぞれの施設においてどのように核セキュリティ強化を行うべきか、また事業者と関係諸機関がいかに連携すべきか等について考察を深め、知見を得る場とする。
- ② 日本国内向けとして、上記に加え、異なる役割を担う国内の関係諸機関が核セキュリティに関して意見交換を行う場を提供する。また、規制当局が有効に物理的防護システムの性能評価を行えるよう、検査官トレーニングに協力する。
- ③ 核セキュリティ文化醸成のための活動の一環として、将来の原子力政策及び現場を担う主に国内の大学レベル以上の学生を対象に、核セキュリティ概要に関するコースを提供し、核セキュリティとは何か、なぜ重要かについて考えてもらう機会を提供する。

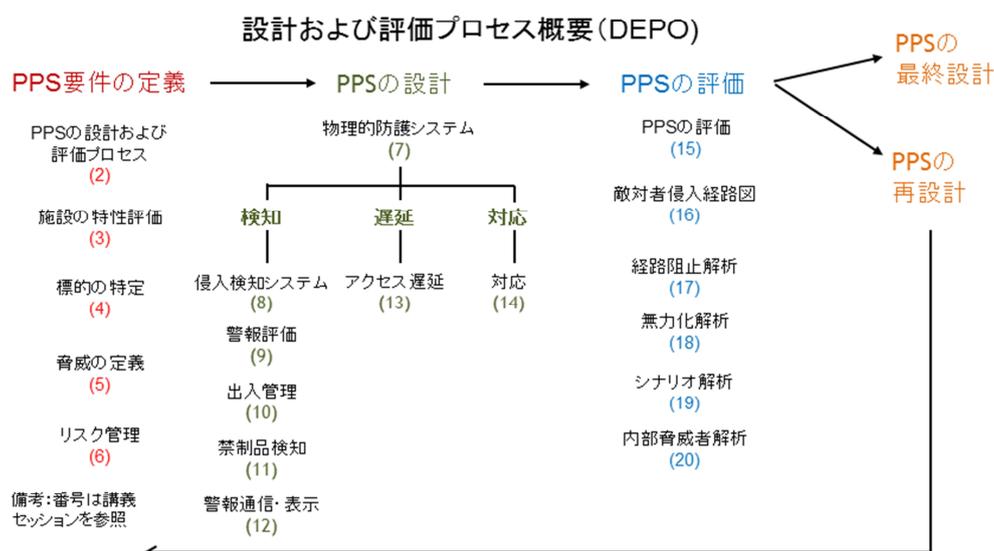
(3) 重要な点

- ① ISCN が独自に開発した仮想の原子力施設を仮想空間上に再現した VR システムや、物理的防護のための様々な実機を備えた PP フィールド等のトレーニングツールを活用しながら、机上だけでなく実践的に核セキュリティに関する知見を習得できるよう、カリキュラムを開発している。

- ② 現在カリキュラム開発を共同で行っている米国(SNL)をはじめ、EC-JRC や IAEA 等、核セキュリティ分野について深い知見と人材育成の経験を有する諸機関と協力して、調和のとれた活動を展開することが求められる。また、韓国や中国等、他のアジア地域 COE 設立(予定)国とも連携することが重要である。情報共有やトレーニングへの相互の人材派遣等をより充実させていく方針である。
- ③ 核セキュリティには、例えば物理的防護設備の詳細な特徴や性能等、機微情報にあたりと考え得る事項が含まれるため、参加者のレベルや各コースの目的に応じて、提供する情報の内容を調整することが重要である。現在、参加者のレベルを分類し、分類に応じて説明内容を変える措置を取っている。

核物質及び原子力施設の物理的防護に関わる トレーニングコース内容

ISCN



(4) 成果 (付録 3: 核セキュリティコース活動実績参照)

- ① アジア諸国を対象とした「核物質及び原子力施設の物理的防護に係る地域トレーニングコース(RTC)」には、2011年に14か国28名、2012年に13か国31名、59名が参加し、物理的防護システムの設計と評価に関する知識を共有した。
- ② RTC プログラムの一環として、被爆地訪問(広島または長崎)を行い、参加者からは核不拡散・核セキュリティの重要性に対する認識が高まった等との好評を得ている。

- ③ 世界核セキュリティ協会 (WINS) と共催した国内向けのワークショップでは、演劇によって核セキュリティ上の問題が発生した現場を再現し、より具体的な内容で危機感を持って議論を行えるユニークな手法を用いて、国内事業者及び関係政府機関からの参加者がそれぞれの立場から意見交換を行う場を提供した。
- ④ 東京大学大学院工学系原子力国際専攻との協力で大学連携型核安全セキュリティコースを2012年9月に開催。2013年3月にも同コースを開催予定。また、特別講義等で東京工業大学や国際基督教大学等に協力した。
- ⑤ 核セキュリティに関するコースには、2011年度-2012年度で525名の参加を得た(付録3:核セキュリティコース活動実績参照)。

(5) 今後の課題

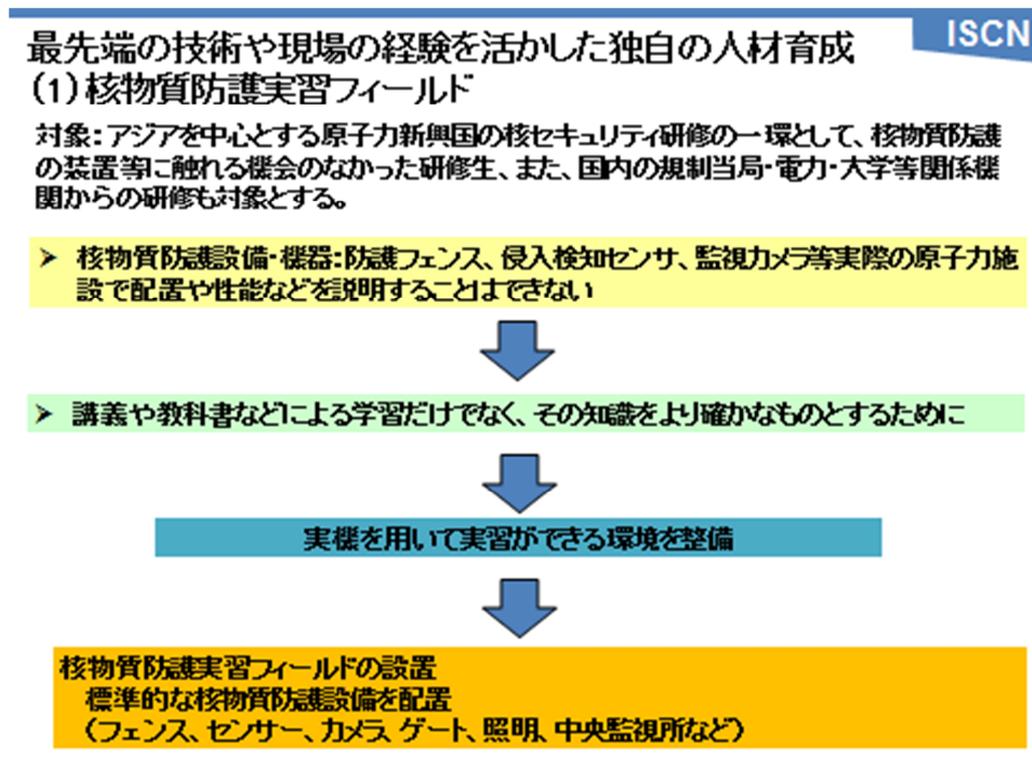
- ① 地域及び各国のニーズに応え、ISCNの活動を深化していくためには、センター職員の知識と能力向上を図りつつ提供可能なコースの内容をより充実させることが不可欠である。この課題を認識し、2013年度には、主にSNLとの協力を通じて物理的防護設備の性能試験、及びシナリオ分析に関する講師の育成とカリキュラム開発を図ることとしている。
- ② 核セキュリティコースは、これまでは主に国内において開催するコースが中心であったが、今後は、二国間支援対象国のニーズに応じて、核セキュリティ分野の往訪トレーニングを行う機会が増えると考えられる。協力諸機関と協力しながら、カリキュラムの開発を行うことが課題である。2013年5月にリアニアで開催予定のワークショップについては、EC-JRCとの協議を開始した。
- ③ 今後設置される韓国、中国等のCOEと連携し、効果的且つ効率的にトレーニング(例えばお互いの国情等も考慮し、トレーニングの内容により分担する等)を進める必要がある。

(6) 関係者からの評価

- ① ISCNは米国DOE国家核安全保障(NNSA)との協定に基づき、SNLと共同でカリキュラム、トレーニングツール及び教材の開発を行い、核セキュリティ分野のトレーニングコースを提供してきた。
- ② 米政府からはこの日米協力の成果が高く評価されており、政府間の日米核セキュリティ・ワーキンググループ(NSWG)や、JAEA-DOE間の日米常設調整グループ(PCG)会合の場で、ISCNの人材育成支援活動による地域の核セキュリティ強化への貢献について賛辞が述べられた。

4.3 核セキュリティのカリキュラムとツール開発

核セキュリティに関わるトレーニングでは、その原子力施設に関係しない第3者に対し、実際の原子力施設を使って常時トレーニングを行うことは不可能である。このため、ISCN では PP フィールドと核セキュリティトレーニング用 VR システムを整備してきた。



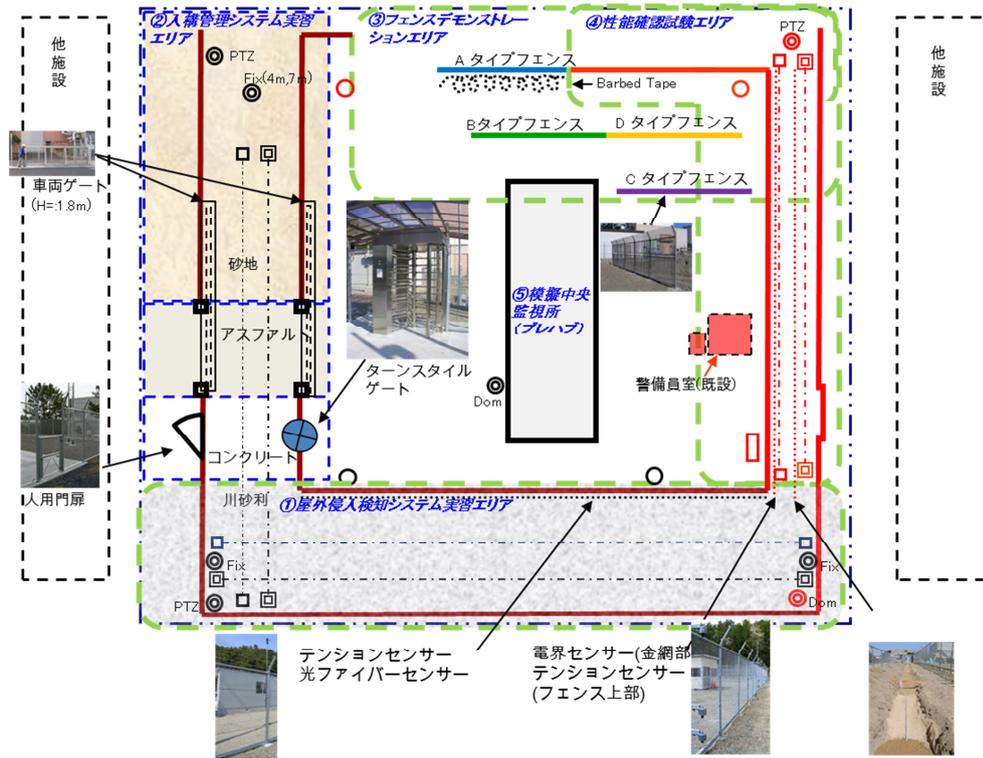
PP フィールドとして、核テロ等から防護するための防護フェンス、侵入者の検知のための各種センサー、モニター等の防護設備・機器を実際に配置することにより、実体験による効果的な防護実習を行うフィールドを整備し、トレーニング等に利用している。このような PP フィールドを効果的に利用することにより、実体験に近いものとなり、トレーニングの内容や質を高めることができる。

VR システムは、原子力施設やトレーニング環境をコンピューター上で構築し、これを大型の表示装置に3D映像のVRとして整備し、トレーニング等に利用している。これにより、例えば、仮想原子力施設内外を歩いて、詳細には観察できない原子力施設の見学体験や実地検分を行うとともに、施設の中に侵入検知装置等を配置した防護設計、そして核テロ等の緊急時対応トレーニングを行うことが容易に実施できる。さらに大学教育・研究においても、このシステム利用等、幅広く体験型の核セキュリティのトレーニング、教育研究を実現したいと考えている。今後この VR システムを利用した侵入者による緊急時対応トレーニング等も重要と考えている。

4.3.1 核物質防護実習フィールド (PP フィールド)

(1) 活動の目標

米国 SNL から導入した核使用施設のパフォーマンスベースの核セキュリティ設計・評価手法を対象とし、座学のみでは十分な理解が期待できない内容について、モックアップ施設を利用し、演習を体験することにより、より深い理解を得る。



核物質防護実習フィールドの概要

核物質防護実習フィールドの概要(1)

フェンスや侵入検知センサーなどの**実機に触れ**、その**特性などを体験**できるよう、核物質防護の最先端の**設備・機器等を配置し**、**効果的・実践的な実習**を実施。現在原子力科学研究所内に整備



忍び返し付ネットフェンス



マイクロ波センサ

赤外線センサ



ターンスタイルゲート

主要訓練項目	
<p>操作実習</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 機器操作 ・ 出入管理 	<p>性能評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 性能確認試験 ・ 検知感度調整、検知範囲測定 ・ カメラの視認性と舗装の反射率の確認 ・ 監視カメラ設置高さと視野の確認



監視カメラ

(2) 活動のポイント

トレーニングの対象として、一般視察者、アジアの参加者、国内大学関係者、国内関連技術関係者、規制庁検査官等に対応できるよう説明内容の明確化・説明スタッフの充実・施設整備を進める。

(3) 重要な点

上記核セキュリティ設計・評価手法で、実機によってサポートするのは以下の項目が挙げられる。

- ・ 侵入検知センサー、警報評価、出入管理、禁制品の検知、警報通信・表示、アクセス遅延
- ・ これらの各要素(侵入検知センサー、カメラ、モニタシステム、フェンス、認証機器、禁制品検知器等)の特徴、構成、設定、検知性能、動作等について説明する。
- ・ 各要素の設定、手動操作、検知領域、動作状況等を参加者に体感させ、性能の限界、操作性、信号の同時性等を学び、核セキュリティ設計に資する。

(4) 成果

2011、2012 年度活動実績(付録 3: 核セキュリティコース活動実績参照)

なお、トレーニングは6回、参加者数は137名。視察は33回、参加者数は266名。計39回にわたり403名が参加した。

(5) 今後の課題

- ・新規のセキュリティ機器の導入・効果的な紹介を行い、PPフィールドの充実
- ・機器単体の性能紹介からさらにトレーニング内容の充実のため、センサー間の連携、侵入検知・対応に係る模擬CAS内のシナリオ演習等につき検討

(6) 関係者からの評価

実習フィールドで実際に利用されている機器を利用したトレーニングであるための解りやすさ、実体験ができることについては、一様に評価が高く、また、自由に設定、操作モードを変えた操作ができるため実際の施設でも体験が困難な範囲までの経験ができる。

アンケート等で今後の改善が期待される点を以下に一例を示す。

- ・最新の検知器、システムを導入するようにしてほしい。
- ・迷惑警報の実例についてもっと収集してほしい。
- ・模擬侵入トレーニング、対外的な通報シミュレーションも部分的に研修に入れても良いのではないか。

研修・トレーニング、視察実績 (PPフィールド、2011/5～2013/2/19)

種類	対象	回数	人数
研修・トレーニング	関係官庁	2	23
	国際機関	1	41
	RTC 核セキュリティ国際・国内コース	2	61
	大学	1	12
	小計	6	137
視察	関係官庁	15	120
	海外・国際機関	9	70
	マスコミ	3	18
	大学・学会	3	37
	関連メーカー	3	21
	小計	33	266
	総計	39	403

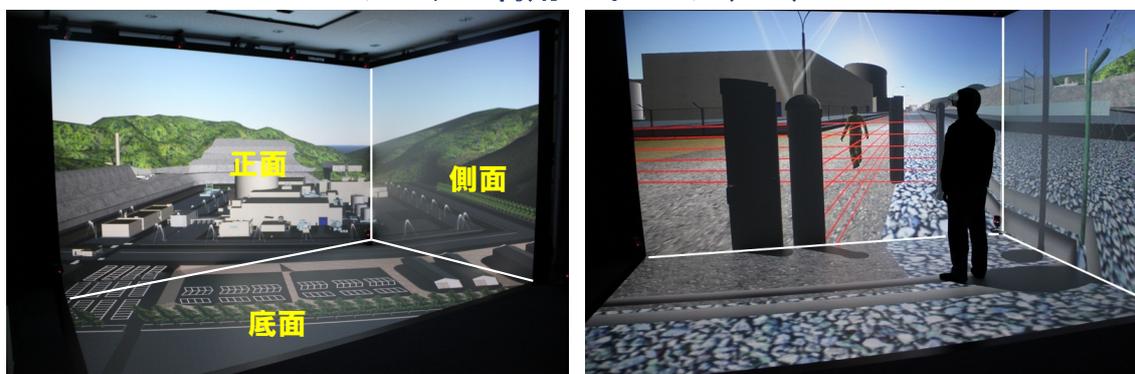
4.3.2 核セキュリティトレーニング用バーチャル・リアリティ(VR)システムの開発

(1) 活動の目標

ISCNが実施する人材育成に関するトレーニングを効率的に行うことを目標として、核セキュリティトレーニング用のVRシステムの開発を行う。開発期間は平成23年度から25年度までの3年間であり、期間中に段階的にトレーニング現場に本システムの導入を行い受講者等の意見を開発に反映する。

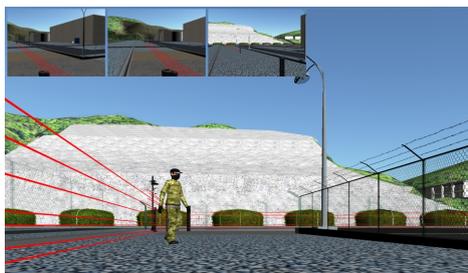
平成26年度以降は、核物質防護野外施設を利用したトレーニングと並行利用を行って運用を図っていく。

バーチャル・リアリティ トレーニングシステム - VRシステム利用のイメージ(1/2) -



◆原子力施設の検分

立体視による
自由な視点



◆防護システムの設定・評価

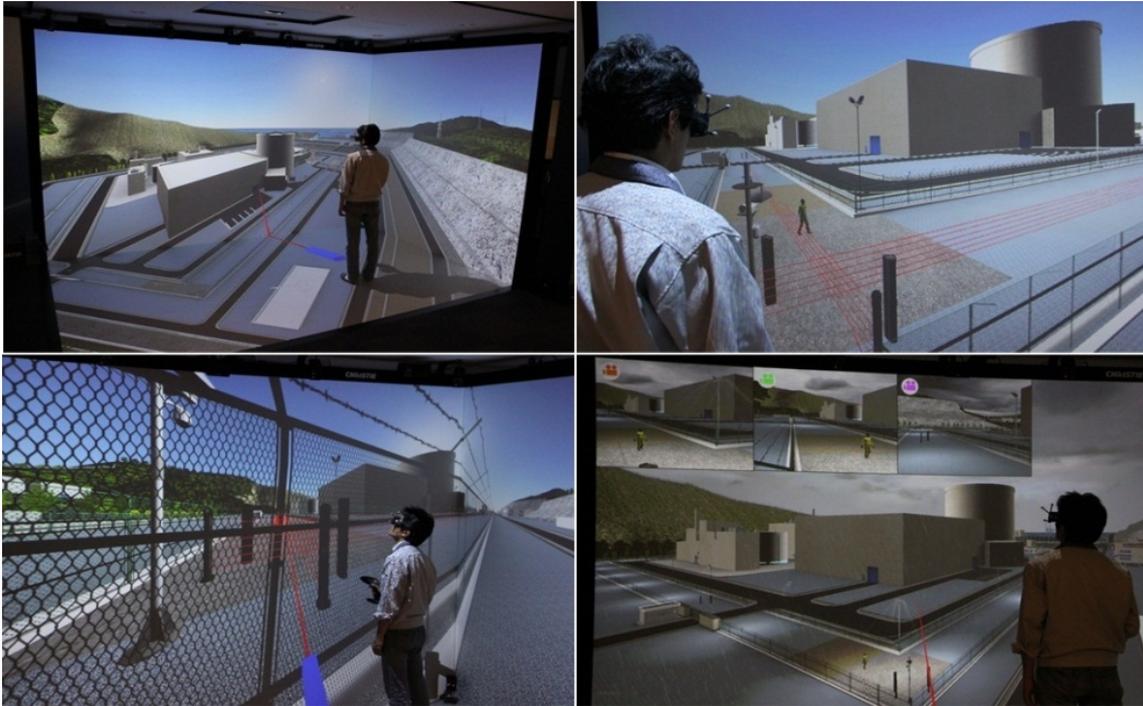
多様な
環境条件

リアルタイムの
応答・対応

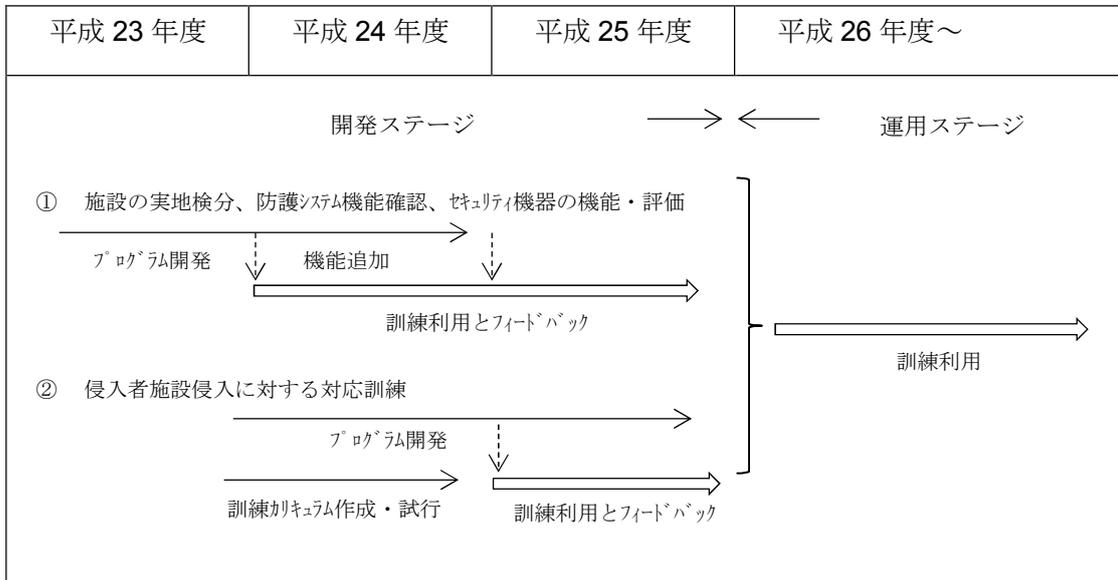
◆侵入時の対応実習



バーチャル・リアリティ トレーニングシステム - VRシステム利用のイメージ(2/2) -



VR システムの機能別開発計画



(2) 活動のポイント

VR システムは、人材育成事業に資するものである。

VR システムの開発にあたり、原子力発電所及びその防護システムに関する知識や知見が豊富でない特にアジアからの受講者を対象として、原子力発電所とその防護システムの全体像を仮

想空間において学ぶことが可能となるシステム開発を目指す。また検知器等の防護機器類の機能、働き、性能等を様々な条件下で評価可能とする機能の重視も行う。

一方、規制関係業務従事者及び原子力発電所等の警備関係者を対象に、原子力発電所に不審者が侵入するシナリオの下で、その適切な対応について学ぶことが可能となる機能開発も行う。

(3) 重要な点

VR システムの開発で留意すべき点は、VR 技術であるがゆえに可能となる機能に着目し開発を進めることである。ISCN は PP フィールドを有している。この施設においては、核セキュリティ機器を実際に体験して学ぶことが可能となっている。したがって PP フィールドの整備状況を十分に把握し、VR 技術の特性に着目した開発が肝要となる。

(4) 成果

トレーニングに必要となるハードウェアの整備と VR 空間において原子力発電施設の実地検分、防護システムの機能確認、セキュリティ関連機器の機能を行うことができるシステム開発を平成 23 年度までに終えた。平成 24 年度から本システムの部分利用を実際のトレーニングで始めている。

(5) 今後の課題

世界的に核セキュリティトレーニングにおいて、VR 技術を本格的に導入している例は、世界的に例がなく、当センターが唯一のものである。

開発に際しては、規制当局、トレーニングを実際に行う講師からのニーズの汲み取りやトレーニングを受ける受講者の意見聴取等を通して、規制側、利用者側から見た使い易さ、わかり易さを VR システムの開発に反映していくことが肝要となる。

4.4 保障措置・国内計量管理コース

(1) 活動の目標

- ① 主にアジア関係国に対して国内保障措置人材育成を幅広く支援する。
- ② 日本の原子力プラント輸出等の側面支援として、相手国の国内保障措置人材育成及び体制構築を支援する。
- ③ IAEA 職員への教育・トレーニングの場を提供し、国際的な核不拡散体制の強化に資する。

(2) 活動のポイント

① 多国間協力

基本的には東海村において、海外から参加者を招いて国内保障措置人材育成に役立つ研修を実施する。

・保障措置(SG) ・ 国内計量管理制度(SSAC) に係る国際トレーニング

主としてアジア諸国を対象とした 2 週間のトレーニングで、IAEA と連携して実施している。これまでの講師は ISCN、IAEA、その他組織(米国 DOE)、韓国核不拡散管理院(KINAC)、オーストラリア保障措置及び核不拡散局(ASNO)、欧州原子力共同体(EURATOM) の専門家である。

コースプログラムの概要は、国際保障措置(枠組みと要件)、核物質の計量管理(記録/報告)、AP 申告、各国の保障措置経験、国際保障措置(方法と技術)、国内制度の創設と維持を目的としており、これまで 2 回開催(合計 47 名)した。

② 二国間協力

相手国のニーズに出来る限り合わせ、基本的には相手国に出向いて個別の研修(例えば拡大申告に関するワークショップ)を実施する。

● 対ベトナム

追加議定書(AP)申告に関するワークショップをベトナム放射線・原子力安全規制庁(VARANS)との共催で、2011/10/11～12 にハノイ(参加者:20 名)、及び 2012/7/10～12 にダラット(参加者:約 30 名)で開催した。

また、保障措置トレーニングとして、2012/2/8～10 に東海(参加者:9 名)で開催した。

● 対マレーシア

AP 批准を間近に控えるマレーシア国内の関係府省の担当者に、AP 批准の重要性を理解いただくため AP に関わるセミナー(2013/1/30)及び AP 申告を行う実務者(事業者)を対象にした、AP 申告に関するワークショップ(2013/1/31～2/1)をそれぞれ、マレーシアで開催した。

③ IAEA 支援

日本政府による IAEA 保障措置技術支援(JASPAS)として、機構の施設や知見を提供する。

● 再処理保障措置トレーニング

IAEA 査察官を対象としたコースで、日本政府による対 IAEA 保障措置技術支援協力計画(JASPAS)として、東海村の再処理関連施設を利用して、2012/3/5～3/9(参加者:9 名)、及び 2013/1/28～2/1(参加者:9 名)に実施した。

● 使用済燃料検認用 DCVD トレーニング

IAEA 査察官及び核物質管理センター(NMCC)検査員を対象として、中部電力浜岡原子力発電所で、2012/6/25～6/29(12 名(IAEA6 名、NMCC6 名))に実施した。

(3) 重要な点

- ① 国際保障措置は IAEA が実施する業務であり、研修等実施の際には必ず IAEA の関与を検討する。
- ② 多様な原子力施設が集中している東海村の利点や、IT 技術の活用等日本の利点を活かした研修内容を組み立てることにより、他国における研修と比較してより有効かつ魅力あるものとなる。(例えば実施設を利用した実習や見学、PC や映像機器を用いた講義等)
- ③ 技術面のみならず核兵器の実際の影響を理解した上で、核不拡散の重要性を訴える事が効果的。唯一の被爆国として、核兵器利用の結果生じた被害等について、被爆地訪問を通して伝えて行く事は重要。
- ④ 多国間協力においては、参加者の知識レベルが国別、職種別により多様なため、原子力関係の基礎知識(例えば核燃料サイクルの基礎)を随時取り入れることが必要である。
- ⑤ 二国間協力においては、相手国のニーズに合わせる為、国内に特定国の参加者を招くことも必要(例えばベトナム)である。

(4) 成果

- ① 多国間協力
活動実績 (付録 4: 保障措置・国内計量管理コース活動実績参照)
- ② 二国間協力
活動実績 (付録 2: 国際核不拡散国際枠組コース活動実績参照)
質的な実績 (ベトナムの AP 批准(2012 年 9 月)の達成、マレーシアも間もなく AP 批准予定)
- ③ IAEA 支援
DCVD トレーニングを受けた者が中心となって、福島第一原子力発電所の使用済み燃料に係る査察を実施中。
- ④ 被爆地訪問
核セキュリティでの RTC と同様、プログラムの一環として、広島又は長崎の被爆地訪問を行い、参加者からは好評を得ている。

国内計量管理制度に係る国際トレーニングのカリキュラム事例

日	時間	内容
1	モジュール1: 国際保障措置(枠組みと要件)	
	01:00	福島の状態等説明
	01:20	1.1 IAEA 保障措置の紹介
	01:20	1.2 国レベルの国内体制要件
	00:25	1.3 核燃料サイクル(科学的/技術的背景)
00:30	1.4 少量議定書問題の背景	
2	モジュール2: 核物質の計量管理(記録/報告)	
	01:15	2.1 IAEA 核物質計量管理の概念
	00:55	2.2 施設での国内体制/核物質計量管理要件
	00:40	2.3 施設の記録と報告
	01:30	2.4 IAEA への計量管理報告提出(コード 10)
02:00	ワークショップ A : 記録と報告	
3	モジュール3: 追加議定書申告	
	01:00	3.1 追加議定書の概念
	01:00	3.2 追加議定書の報告義務の概念
	01:00	3.3 核の通商(輸出入)管理システム
	00:45	3.4a 追加議定書ワークショップ B の導入(その A)
	01:20	ワークショップ B : 追加議定書申告(その A)
	00:30	3.4b 追加議定書ワークショップ B の導入(その B)
01:00	ワークショップ B : 追加議定書申告(その B)	
4		
	00:45	3.4c 追加議定書ワークショップ B の導入(その C)
	01:45	ワークショップ B : 追加議定書申告(その C)
	00:30	3.4d 追加議定書ワークショップ B のまとめ
03:15	視察: 原電東海2	
5	長崎訪問	
	01:00	被爆者講話
	00:30	視察: 長崎原爆記念資料館
00:45	視察: 国立長崎原爆死没者追悼記念館	
6		
	00:30	見学: 長崎平和公園
	00:15	爆心地にて献花
01:15	長崎・ヒバクシャ医療国際協力会(NASHIM)講話	
7	休日	
8	モジュール4: 各国の保障措置経験	
	00:55	4.1 米国の保障措置実施経験
	00:50	4.2 韓国の保障措置実施経験
	00:50	4.3 EURATOM の保障措置実施経験
03:40	カントリーレポート	
9	モジュール5: 国際保障措置(方法と技術)	
	01:10	5.1 保障措置手法
	00:50	5.2 核物質の非破壊測定
	00:50	5.3 核物質の破壊分析
00:50	5.4 IAEA 封じ込め/監視システム(非立ち会いと遠隔監視を含む)	

	00:40	5.5a 環境試料採取(第1部:概論)
	00:30	5.5b 環境試料採取(第2部: CLEAR)
	00:50	5.6 補完的アクセス
	01:35	ワークショップ C : 非破壊装置と封じ込め/監視装置の紹介
10	モジュール6: 国内制度の創設と維持	
	00:55	6.1 設計情報に係る質問書(DIQ)、検査(DIE)、検認(DIV)
	00:30	6.2 参照施設の紹介
	01:15	6.3 参照施設の設計情報質問書
	03:15	視察: JRR-3(ICVD + DIQ)
	01:15	ワークショップ D : 班毎に参照施設の設計情報質問書記述
	00:30	クイズ
11		
	01:15	ワークショップ D : (続き)
	00:35	班毎にワークショップ D の発表
	01:10	6.4 施設と国レベルでの国内制度構築に係るワークショップの導入
	03:00	視察: 三菱原燃
	01:15	ワークショップ E : 施設と国レベルでの国内制度構築
12		
	02:30	ワークショップ E : (続き)
	00:30	クイズ 結果
	01:00	WS-E の班毎の発表
	00:45	日本の保障措置取り組み状況

人材育成 保障措置・国内計量管理制度コース

▶ 参加者による被爆地(広島 or 長崎)訪問

ISCNは、核物質防護の2週間の地域トレーニング(国際)及びSSACの2週間の国際トレーニングコースのカリキュラムに被爆地(広島or長崎)訪問を組み込み、各国からの参加者に核拡散の脅威について考え、核不拡散・核セキュリティへの理解を促進してもらう機会を設けている。

＜参加者による感想＞

広島を訪問したのは初めてでした。広島平和記念資料館では、原子爆弾の投下という歴史的な経験を後世にいかにつづけるか、その努力に関心させられました。核兵器に反対する強い気持ちを感じました。

「経験こそが一番の教師である」と感じました。そして、国際社会がひとつになり、原子力技術の平和利用により恩恵を受け続けられるよう、(核不拡散などの努力を)より一層強めていきたいと感じました。



(5) 今後の課題

- ・ 多国間協力に関連して、IAEA からの要求をどの程度取り込んでいくか。(例えば SQP への対応)
- ・ SSAC多国間コースを如何にして深化させていくか。実務として DIQ や計量報告を作成する者に特化したトレーニングの実施等。
- ・ IT 機器等のより積極的な利用による、より理解し易いプログラム開発。
- ・ NMCC の協力を得る等、日本人講師陣の充実。

(6) 関係者からの評価:(参加者や講師陣(IAEA 等))

① 多国間協力

2012 年の SSAC コース参加者からは、「日本人(JAEA や ISCN)は、どの国よりも優れた研修コースを作り上げています。」との評価があった。

I understand that Japanese people (JAEA and training centers) make doing courses better than another country !!!

② 二国間協力

IAEA 保障措置局部長 ジル・クーリー氏

IAEA による各国のニーズに対応したきめ細やかな支援の提供には限界があり、ISCN の存在は極めて重要。ISCN による新規原発導入国のインフラ整備および能力増強支援は、IAEA の活動を補完するものである。今後緊密に協力していきたい。

③ IAEA 支援

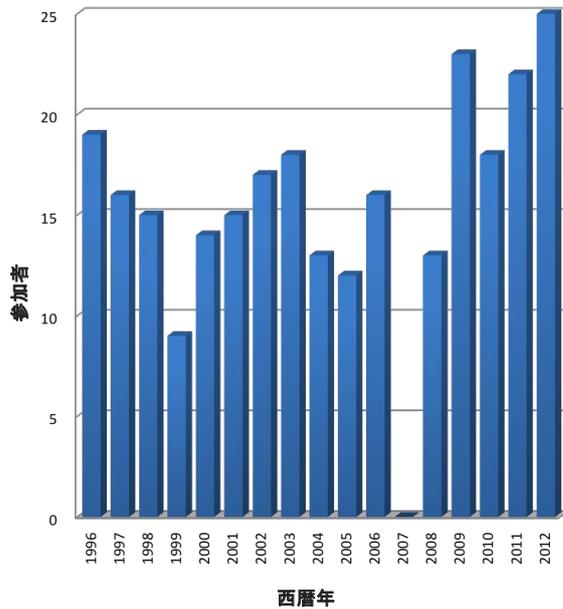
再処理トレーニングに関しては、JASPAS 年次レビュー会合報告書(2013)に、IAEA 唯一のトレーニング機会であり、今後の継続を望むとの声がある。

The IAEA would like to have this course on a yearly basis since it is the only course that provides comprehensive training for reprocessing plants including on-site training.

JAEA/ISCNにおけるSG&SSACコース実施経験

ISCN

1996年から2012年までに36カ国から合計
265名が本コースを修了(2011年からはISCN
にて実施)



国名	参加者数
Armenia	10
Australia	4 + 1
Azerbaijan	1
Bangladesh	5 + 1
Belarus	8
Bulgaria	5
Cambodia	1 + 1
China	19
Czech	4
Estonia	1
Georgia	1
Hungary	2
Indonesia	22 + 2
Japan	15 + 4
Jordan	1
Kazakhstan	12 + 1
Korea	13 + 1
Kyrgyz	1
Lao	1 + 1

国名	参加者数
Latvia	3
Lithuania	5 + 1
Malaysia	16
Moldova	1
Mongolia	4
Myanmar	3 + 1
Nepal	1
Philippines	6
Romania	4
Russia	15
Singapore	1
Slovak	4
Tajikistan	1
Thailand	15 + 2
Turkey	1 + 1
UAE	1 + 1
Ukraine	14 + 1
Uzbekistan	5
Vietnam	17 + 3
TOTAL	265

(赤字: 2012)

5. 核物質の検知・測定のための技術開発

当センターの発足から、先端的核検知・核測定技術開発として、以下の項目を実施してきており、平成 24 年においては新たに 1 件 (⑤) 追加されて研究開発が進行中である。

- ① 核鑑識に関する研究開発
- ② 使用済燃料中 Pu-NDA 実証試験 (JAEA/DOE 共同研究)
- ③ レーザー・コンプトン散乱 NDA 技術開発 (一部 JAEA/DOE 共同研究)
- ④ He-3 代替中性子検出器開発 (JASPAS 提案中)
- ⑤ 溶融燃料中核物質測定 (パルス中性子源利用中性子共鳴非破壊測定) 技術開発 (一部 JAEA/JRC-IRMM 共同研究)

(1) 技術開発の概要

① 核鑑識に関する研究開発

核鑑識とは、捜査当局によって押収、採取された核物質及び放射性物質について、その組成、物理・化学的形態等を分析し、出所、履歴、輸送経路、目的等を分析・解析する技術的手段である。平成 23 年度より、同位体比測定、ウラン年代測定及び不純物分析の技術開発を実施するとともに、粒子形状分析の技術開発を目的とした透過型電子顕微鏡を整備している。また、国内核鑑識ライブラリを開発中である。

【目的】

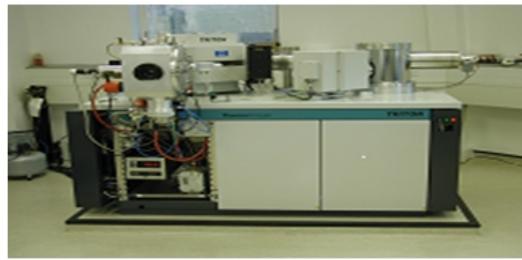
- ・核物質の超精密測定により、その核物質の生産施設・時期等を特定

【期待される成果】

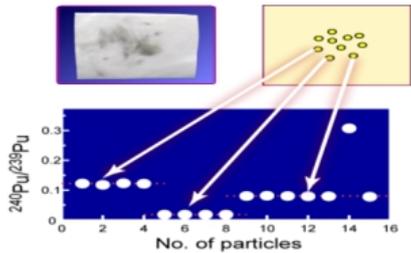
- ・正確かつ厳格な技術の確立
- ・データベースの国際共有による核不拡散体制及び不当な核物質取引・使用に対する抑止力の強化



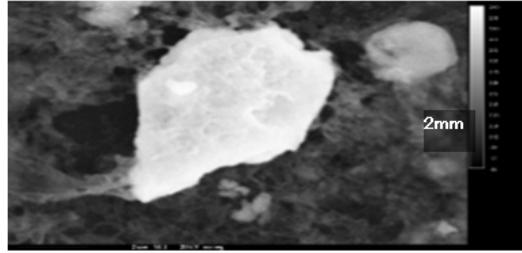
クリーンな布による拭取り



表面電離型質量分析装置 (TIMS)



プルトニウム同位体比の分析



粒子形状の測定

② 使用済燃料中 Pu-NDA 実証試験 (JAEA/DOE 共同研究)

平成 23 年度より、DOE が実施中の NGS の “使用済燃料中 Pu の (定量的) 直接非破壊測定技術開発” において開発中の NDA 装置 (統合 PNAR/SINRD 法) によりふげん使用済燃料を対象とした測定試験を日米共同にて進めてきている。現時点では、測定実施時期は平成 25 年 6 月後半の予定であり、測定後、NDA 装置の測定精度等の評価を行う。

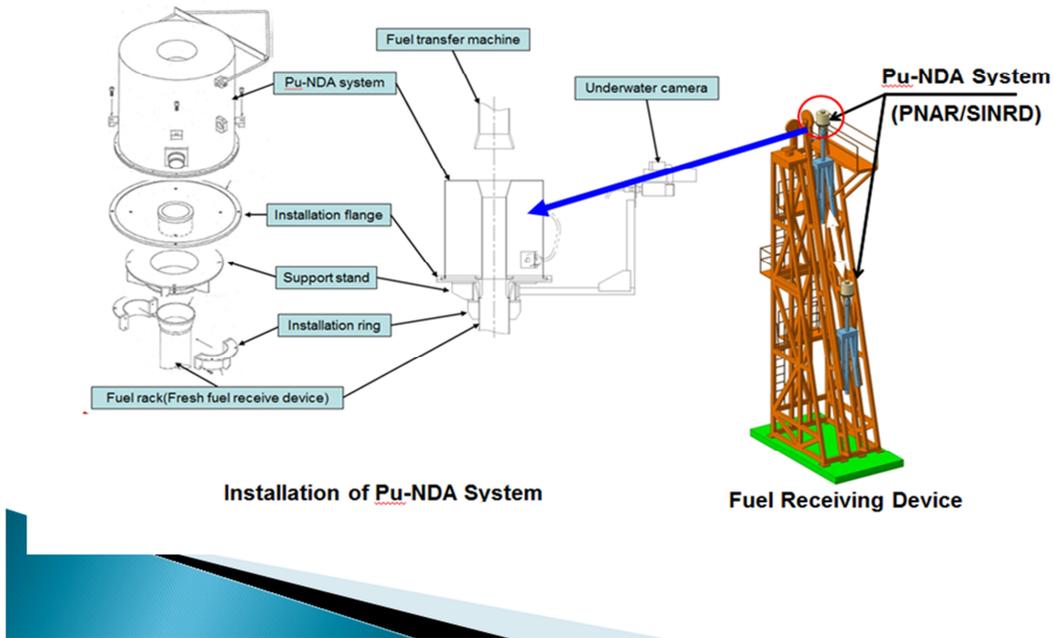
【期待される成果】

- ・使用済燃料中のプルトニウム量の正確な測定

【達成時期】

- ・2013 年度中

非破壊測定装置の実証試験(日米共同)



③ レーザー・コンプトン散乱 NDA 技術開発 (一部 JAEA/DOE 共同研究)

平成 23 年度より、レーザー・コンプトン散乱で発生させる大強度の (MeV 級で物質透過力が強く、エネルギー可変の) 単色 (エネルギーが一定) ガンマ線を照射して、核物質同位体毎に特有な状態に共鳴励起させて起こす「核共鳴蛍光反応」からの同じエネルギーのガンマ線 (核共鳴蛍光ガンマ線) を測定して、対象物中の核物質同位体量を測定する技術の開発を実施中である。平成 26 年度には、その基礎技術実証として 35MeV 電子ビームと蓄積装置内レーザービームとの散乱により、大強度のガンマ線 (約 22keV) の発生実証を行う予定である。また、核共鳴蛍光反応のシミュレーションコードの開発・検証を日米共同研究にて実施中である。

なお、この技術は福島第一事故での熔融燃料の小石状あるいは切り出し形状デブリ中の核物質非破壊測定の実証技術である。

【期待される成果】

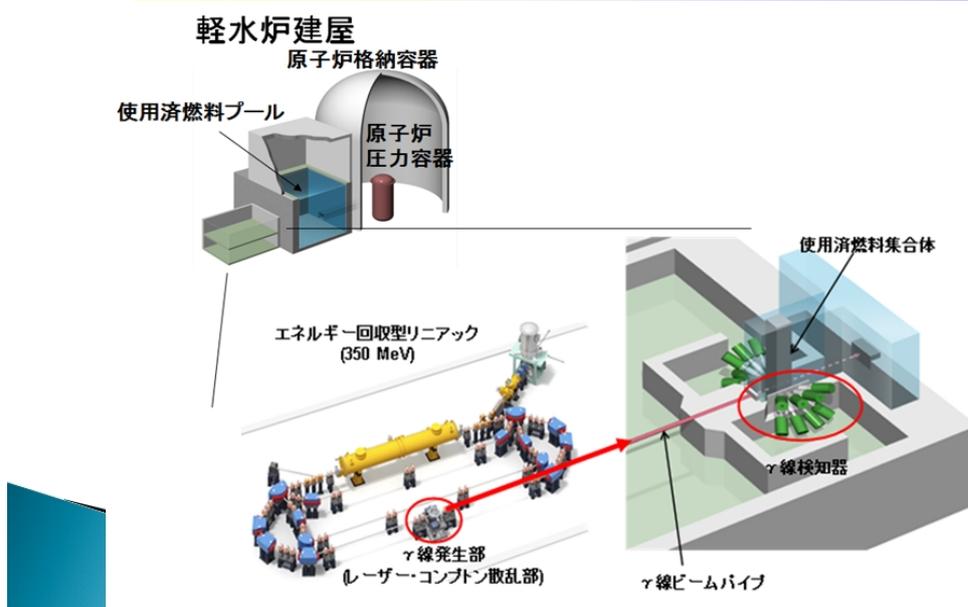
- 使用済燃料中の燃料ピン抜取の検知、遮へい体で覆われた核物質の確実な検知等の実現
- 福島第一の熔融燃料に対する計量管理への適用の可能性

【達成時期】

・2013 年度中 (基礎実証)

核共鳴蛍光による非破壊測定技術の開発 (日米共同)

単色ガンマ線・核共鳴蛍光による使用済燃料中Pu-NDA装置
(軽水炉への設置イメージ図)



④ He-3 代替中性子検出器開発 (JASPAS 提案中)

平成 23 年度より、J-PARC センターで開発してきている $\text{ZnS}/^{10}\text{B}_2\text{O}_3$ セラミックシンチレータをベースにその改良型セラミックシンチレータでヘリウム-3中性子検出器と同等の中性子検出器を開発中である。また、それを用いたデモ NDA 装置を製作し、ヘリウム-3NDA 装置との比較実証を行う。現在、実証計画を作成し、IAEA に対して JASPAS のテーマとして提案中である。平成 25～平成 26 年度にかけて性能確認及びデモ NDA 装置とヘリウム-3NDA 装置との比較実証試験を行う予定である。

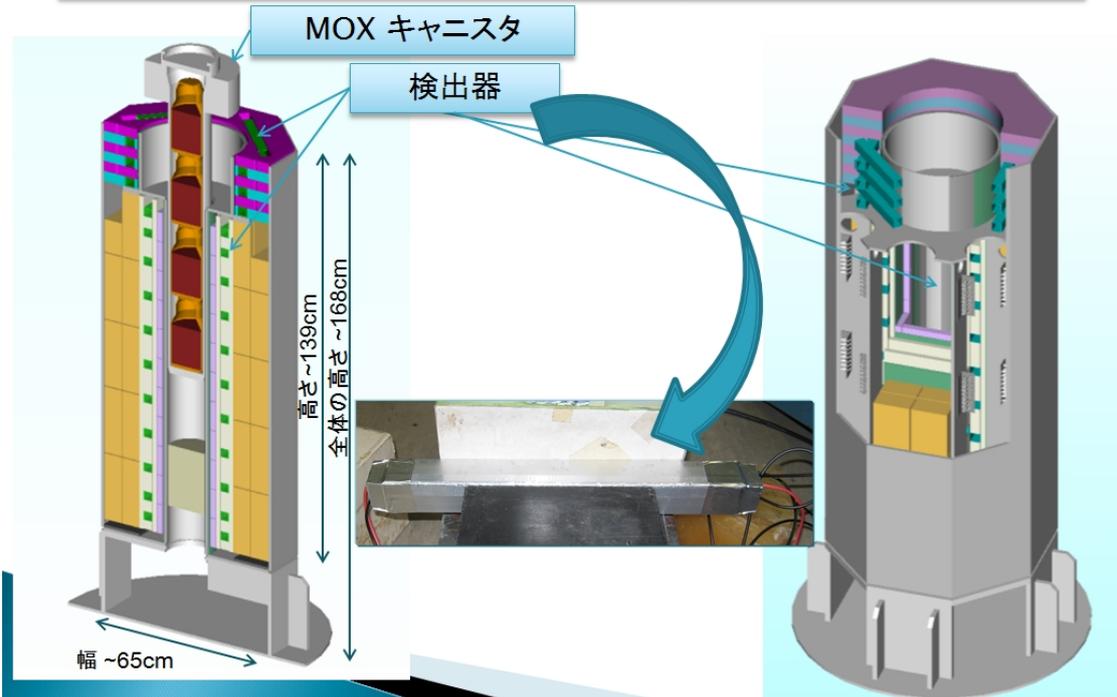
【期待される成果】

・核セキュリティ・保障措置用の中性子検出器不足の解消

【達成時期】

・2015 年度中

He3代替中性子検出器の技術開発



⑤ 溶融燃料中核物質測定 (パルス中性子源利用中性子共鳴非破壊測定) 技術開発 (一部 JAEA/JRC-IRMM 共同研究)

平成 24 年度より、福島第一事故での溶融燃料のうちの粒子状デブリについて、パルス中性子源を用いて、中性子共鳴透過分析法 (NRTA) と中性子共鳴捕獲分析法 (NRCA) を組合せて核物質同位体量を非破壊で測定する技術の開発を実施中である。この測定法の開発に関しては、JRC-IRMM との共同研究を実施中であり、測定精度の評価を行っている。当初 4 年間の開発を予定していたが諸般の事情により少し遅れる予定である。

【期待される成果】

- ・溶融燃料冷却時等に発生する粒子状の核燃料中のプルトニウム量の測定
(福島第 1 原子力発電所の溶融燃料の計量管理への適用を目指した技術開発)

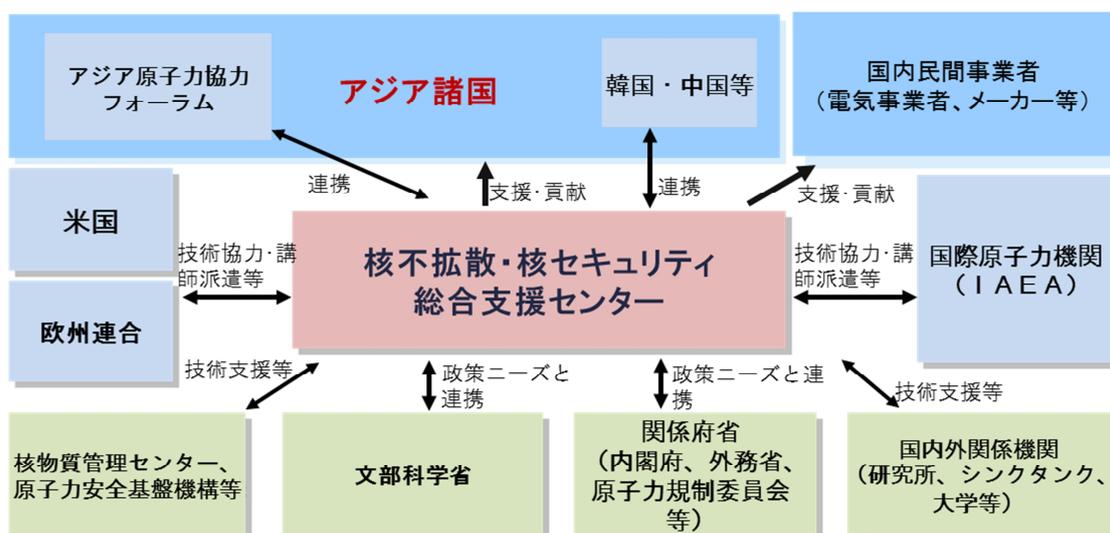
【達成時期】

- ・2015 年度中 (予定)

6. 国際協力連携

(1) 活動の目標

ISCN の行う主にアジア地域の国々を対象にした、核セキュリティ・核不拡散分野での人材育成事業を推進するため、日本政府等国内関係機関と緊密に連携しつつ、IAEA、EC-JRC、WINS 等の国際的な機関との協力、また、二国間協力としての米国 DOE-NNSA や国立研究所、その他韓国、中国等との協力、さらには、多国間協力としてのアジア原子力協力フォーラム (FNCA)、アジア太平洋保障措置ネットワーク (APSN) 等での協力を行っている。



国内外組織との連携体制

(2) 活動のポイント

① IAEA、EC-JRC、WINS 等の国際的な機関との協力

● IAEA との連携協力

IAEA については、ISCN の行う核不拡散・核セキュリティ分野での人材育成事業において、IAEA の SG 局と定期的な意見交換会を実施し、事業計画についての情報共有を行い、ISCN の年間計画に基づいて該当年度の講師派遣を依頼する等、密接な協力関係を構築している。具体的には ISCN が実施したベトナムの AP のトレーニングやカザフスタンでのセミナー等、多くのセミナーやトレーニングに IAEA から講師の派遣を受けている。また、IAEA の査察官トレーニングにおいては、日本側の事務局として支援・協力を行っている。

核セキュリティ関係では、IAEA が事務局となって推進している核セキュリティ支援センターの国際ネットワーク会議に参加してネットワーク活動にも積極的に貢献するとともに、核セキュリティ文化のガイドライン改訂作業や、INFCIRC225 Rev.5 のトレーニング・カリキュラム作成に係る専門家会合に、ISCN の専門家を派遣する等 IAEA 活動に積極的に参加し、支援を行っている。

● EC-JRC との協力

EC-JRC とは、「日本原子力研究開発機構と欧州共同体委員会によって代表される欧州原子力原子力共同体との間の核物質保障措置の研究及び開発に関する取決め」に基づき、以下の分野の協力を進めている。

- ・保障措置及び核不拡散に係る R&D (保障措置技術開発、環境試料分析技術開発等)
- ・放射性物質及び核物質の不正取引に関する R&D (核検知、核鑑識技術開発等)
- ・保障措置、核セキュリティ及び核不拡散に関する人材育成 (カリキュラム 開発、講師相互派遣、第 3 国への共同アウトリーチ等)

また、EU に設置された第 20 回 EU 首脳会議(2011 年 5 月 28 日ブリュッセル)における共同プレス声明付属書【抜粋】の中で、「EU と日本は、他の諸国における放射性物質、核及び他のリスクの緩和に関する協力を強化する。この取組には、特に EU における化学・生物・放射性物質・核 (CBRN) 地域センターイニシアティブ及び日本の ISCN が進めている各々のプログラムの実施に関する情報の交換を含む」との合意がなされた。

現在、EU に設置された CBRN COE イニシアティブと密接に情報共有を行うとともに、EC-JRC と ISCN 双方が、それぞれが実施するトレーニングコースやセミナーに講師等の相互派遣を実施して協力を促進している。ISCN が実施したヨルダンでのセミナー等に EC-JRC が講師を派遣し、ISCN からは EC-JRC がイタリア環境保護研究所 (ISPRA) やマレーシアで実施した保障措置のセミナー等に講師を派遣している。また、核物質の検知・測定技術についても協力を進めている。

● WINS (世界核セキュリティ協会) との協力

WINS とはベストプラクティスガイドの共有を図るとともに、年に 1 回、核セキュリティに関するセミナーを東京で共同開催する等の協力を進めている。このセミナーはプロの俳優が核セキュリティに関する切迫した様々な場面を演じ、その後、セミナー参加者がそれを基に議論するという劇場型のセッションを取り入れており、参加者からは好評を博している。

第一回テーマ：「核セキュリティの強化に向けたコーポレートガバナンス」

(参加者 50 名)

第二回テーマ：「核セキュリティ強化のための外部機関との連携」

(参加者 63 名)

② 二国間協力

● 米国との協力

背景としては以下の通りである。2010 年 4 月に文部科学省と米国エネルギー省との間で、核不拡散、保障措置、核セキュリティの協力に係る協力文書に署名した。当該協力文書にお

ける主な協力項目は、核物質の測定・検知技術開発、両国がそれぞれ実施している IAEA 技術支援プログラムの連携、原子力導入国等における保障措置システムの構築や核セキュリティ等に関する人材育成の基盤整備支援、そして原子力施設の核物質防護のための技術的手法の開発等である。

また、2010 年 10 月米首脳会談において、ISCN での「核鑑識並びに核物質の検知・測定の分野における共同活動の拡大」の必要性、及び「アジア地域における核セキュリティに関する専門知識の発展及び相応の人的資源への投資」の促進等について確認された。

そして、2010 年 11 月に、「核リスクの低減に関する日米協力」として、日米両首脳は、核セキュリティに関する協力のための分野を特定した。2012 年の核セキュリティ・サミットに向けて両国間の核セキュリティ作業グループ(NSWG)を設置し、また核鑑識並びに核物質の検知及び測定の分野における共同活動を拡大する必要性を確認した。NSWG は、これまで 4 回の会合を持ってきており、2012 年 2 月には、核セキュリティ強化に係る日本の具体的な取り組みを視察するため、米国代表団は、JAEA(ISCN を含む)を訪問し、核セキュリティ強化に係る日米協力について確認し、また当該分野における JAEA 及び ISCN による貢献内容について情報及び意見を交換した。

DOE-NNSA やサンディアを中心とした国立研究所とは、ISCN 設置以来密接な協力関係を維持してきている。設置間もない ISCN の人材育成計画作成や具体的な実行等に関する協力は、日米政府間の(NSWG)での具体的目標の一つであり、この NSWG の目標達成のため、DOE と JAEA が 2011 年 1 月に合意した、2 年間の核セキュリティ人材育成に係る 4 つの「プロジェクト・アクション・シート(PAS)」は成功裏に完了した。2013 年 1 月には、ISCN での物理的防護システムに関する性能評価試験及び核セキュリティに関する人材育成支援に関するアウトリーチ活動を共同で行うこと等、新たな協力の PAS を締結してさらなる協力を開始したところである。

● 韓国・中国との連携

韓国、中国とは、同じ地域の COE として、相互の協力関係を模索している。両国とはすでにセミナー等への講師の相互派遣を始めており、また、IAEA が呼びかけた非公式の日中韓の協力を模索する会議に参加している。さらに、韓国とは 2 国間でも情報の共有やさらなる協力の可能性についての議論を進めている。

③ FNCA、APSN 等との多国間協力

日本政府等国内関係機関と緊密に連携しつつ、多国間地域協力として両組織とはアジア地域における核不拡散／保障措置・核セキュリティ分野での協力体制を構築してきている。

2011 年から FNCA「核セキュリティー・保障措置プロジェクト」^{注1)}が設置されており、千崎

ISCN センター長がプロジェクト・リーダを務め、FNCA 会議のサブスタンスを ISCN が担当する等、本プロジェクトを主導している。

APSN ^{注2)}では、本ネットワークを主導するオーストラリアと連携し、会議運営にも積極的に参加している。また、オーストラリアからは、ISCN の主催したマレーシアでのセミナーに講師の派遣を受けている。

なお、ASEAN エネルギーセンター(ACE)とはシンポジウムの共同開催に向けて調整を始めたところである。

注1) FNCA(Forum for Nuclear Cooperation in Asia)「核セキュリティ・保障措置プロジェクト」

アジア諸国における原子力の平和的利用の推進においては、原子力安全とともに核セキュリティ、保障措置の一層の確保が重要となる。本プロジェクトは2012年2月より活動を開始し、核セキュリティ・保障措置の重要性について参加各国の認識を高め、情報交換、人材育成の機会、関連機関との共催のセミナー開催、ベストプラクティスの共有、そして核セキュリティ・保障措置文化の推進等を通じて、その強化を図ることを目的としている。本プロジェクトのWSは、これまで2回のWSを開催した(2012年2月日本、2012年11月ベトナム)。オーストラリア、バングラデッシュ、中国、インドネシア、カザフスタン、韓国、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナムが参加。

注2) APSN (Asia-Pacific Safeguards Network)

アジア太平洋地域の保障措置関連機関の保障措置運用・実施能力の向上を目的とするネットワーク。地域内での保障措置に関連する協力の推進、IAEA 保障措置の強化を支援、保障措置実施に関する知見の共有、保障措置体制整備の支援の連携、効果的な保障措置の技術開発を促進すること等を活動の内容に掲げて、2009年10月1日付で活動を開始している。APSN メンバーシップとしては、政府・政府関連機関による専門家のネットワークで、参加14カ国(インドネシア、オーストラリア、カナダ、韓国、シンガポール、タイ、中国、日本、ニュージーランド、フィリピン、米国、ベトナム、マレーシア、ロシア)の保障措置に関連する政府機関・政府関係機関にメンバー資格がある。

(3) 重要な点

- ① DOE-NNSA や SNL を中心とした国立研究所とは、当センター立ち上げ時から非常に緊密な関係を構築してきている。なお、米国とは NSWG の協力項目には ISCN 事業に関する協力があげられており、また、DOE/JAEA との PCG でも ISCN 関連の協力が含まれている。
- ② IAEA や WINS とは、強固な協力関係を構築してきており、また、EC-JRC とも協力関係が

緊密になってきている。

- ③ 韓国、中国は、**ISCN** と部分的には同様の機能を持つセンターを立ち上げる予定であり、連携協力について協議を実施してきている。
- ④ その他の二国間協力については、これまでのベトナム、タイ、インドネシア、カザフスタン、モンゴル、マレーシアとの協力に加え、リトアニア、ヨルダン、ウクライナ、トルコ、バングラディッシュ等との協力を構築しようとしている。
- ⑤ **FNCA** や **APSN** には、**ISCN** は積極的に参加してきており、さらに **ASEAN-ACE** とも協力を始めようとしており、今後も、関係を発展させていく予定である。

(4) 成果

- ① 上記の **DOE-NNSA** や **SNL**、また、**IAEA**、**EC-JRC**、**WINS** との協力、さらには豪州や韓国といった二国間との協力により、**ISCN** が開催するセミナーやトレーニングコースに講師を派遣してもらうこと等により、**ISCN** の人材育成支援事業を円滑に、充実したものとして開催することが出来ている。
- ② また、これらの組織が開催するトレーニングコースには、**ISCN** からも講師を派遣する等相互協力となっている。
- ③ 二国間協力では **ISCN** が協力したこともあり、2012年9月、ベトナムにおいては **AP** の調印が実現している。

(5) 今後の課題

- ① 今後、韓国、中国は **ISCN** と同様の機能を持つセンターを立ち上げようとしており、同じアジア地域で両国のセンターとどのような協力・協調関係を構築していくかについては、積極的にかつ慎重に対応していくことが必要となる。
- ② **FNCA** や **APSN** といった多国間の組織については、**ISCN** が核不拡散/保障措置・核セキュリティの分野でリーダーシップを継続して発揮していくことが必要である。
- ③ **ASEAN-ACE** と共催の核セキュリティ **WS** の開催について、文科省、経産省、外務省と連携して実施する。

(6) 関係者からの評価

① 米国

ISCN の活動に関する協力は **NSWG** の協力項目の一つとなっており、今年1月に米国で開催された会合では、米国側より「**ISCN** は素晴らしい成果をあげている」とのコメントが

なされた。また、2月に開催されたPCG会合では、DOE-NNSAのメンデルズゾーン次官補代理からもISCNの活動についての賞賛の声が寄せられた。

② ベトナム

昨年9月にAPに批准した際にVARANSの部長から「JAEA、特にISCNの協力については深く感謝している」旨の謝辞が送られてきている。

③ その他

ISCNは、ワシントン核セキュリティ・サミットでのコミットメントを基に設立した人材育成支援のCOEとしては唯一、多くの活動を行ってきており、海外からも多くの賞賛、お褒めの言葉をいただいている。

7. 二国間協力の考え方・取組(ベトナム協力の事例)

対象国への個別の協力－考え方と具体的な方法

ISCN

ステップ・バイ・ステップの手法

◆ステップ1: 核不拡散等の状況に関する調査

- 対象国の核不拡散と核セキュリティに関する状況調査

◆ステップ2: 課題を特定するためのセミナーの開催

- 以下により、核不拡散と核セキュリティに関する協力項目を特定
 - 国際的なシステムと国内的に必要な枠組みについて対象国の理解を促進
 - 本分野での対象国での基盤整備に関するニーズの特定
 - 人材育成に関する協力計画を共同で作成

◆ステップ3: その国に相応しいテラー・メードの協力

- 必要性に基づいたテラー・メードの協力の実現
具体的な協力分野
 - 法制度整備
 - 核物質の国内計量管理制度(SSAC)の構築
 - 追加議定書(AP)の批准
 - 核セキュリティ

◆ステップ4: 協力活動のレビューを通じたフォローアップ

(1) 活動の目標

基盤整備支援の一貫として、アジア諸国を中心に、核不拡散・核セキュリティの重要性の啓蒙を行い、また知識・経験・情報の共有、法令整備の支援、及び保障措置・計量管理や核物質防護のトレーニングの提供を通して、存在する全ての核物質が、平和目的のためだけに使われ、盗取や妨害破壊行為から十分守られることを確保するための体制作り等を支援する。

(2) 活動のポイント

① ニーズ調査

協力を行うに当たり、相手国の状況に応じて、ニーズに合った支援を行うことが重要であるため、協力を開始する第一歩として、相手国に赴き、関係諸機関と核不拡散・核セキュリティ体制の整備状況や原子力導入計画等について調査する。

② 国際枠組みコース

相手国の関係者への啓蒙と情報共有を目的として、核不拡散・核セキュリティに係る国際

枠組み及び日本や国際機関の取組みについて 2 日間のセミナーを実施する。内容は、ニーズ調査に基づいて調整する。コースの中で相手国における取組みに関して議論を行うとともに、相手国が抱える課題を抽出し、その後の協力計画について具体的に協議する。

③ 核セキュリティコース、保障措置・国内計量管理コース

把握したニーズに基づき、ニーズの強い分野に関してより実践的なセミナーやワークショップを開催する。(付録 1: キャパシティ・ビルディング支援項目参照)

(3) 重要な点

- ① 知識と経験を共有し、対象国のニーズに応えることは、その国の核不拡散及び核セキュリティのインフラ開発を発展させる上で重要であり、そのためには対象国のニーズの把握と継続的な意見交換が不可欠である。
- ② 一方的な知識や技術の提供にならず、相手国が自立して自国の核不拡散・核セキュリティ体制を強化、維持できるようになるために、相手国の人材育成計画と協働し、人材育成に係るプログラム開発や講師となる人材を育てることに重きを置く。
- ③ 二国間協力と多国間イニシアティブは相互補完的な関係にあり、複数国を対象とする国際/地域トレーニングコース、ワークショップへの相手国からの参加を奨励する。国際/地域コースでの他国参加者との議論を通して自国のニーズをより理解することができるため、二国間協力における取り組みがさらに促進される効果が期待される。

(4) 成果

2011-2012 年度の 2 年間の二国間協力の成果

① ニーズ調査(7 か国)

インドネシア、カザフスタン、トルコ、モンゴル、マレーシア、ヨルダン、リトアニア

② 国際枠組みコース(6 か国 8 回)

カザフスタン、トルコ、マレーシア、ベトナム(2 回)、モンゴル(2 回)、ヨルダン

③ 核セキュリティコース(2 か国 2 回)

カザフスタン、ベトナム

④ 保障措置・国内計量管理コース(2 か国 4 回)

マレーシア、ベトナム(3 回)

アジアの対象国への個別の協力

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Vietnam	▽	▽	▽	▽	▽	▽	
Thailand		▽					
Indonesia	▽						
Kazakhstan			▽	▽	▽		
Mongolia					▽	▽	
Malaysia					▽	▽	▽
Jordan						▽	▽
Turkey						▽	▽

AP Ratification
CPPNM & Amendment
Ratification

▽ :Meeting or Need survey ▽ :Seminar ▽ :Working level Meeting ▽ :Workshop

ベトナムの事例

ベトナムは ASEAN を構成するアジアの国であり、また閣議決定レベルで原子力発電所開発計画を有し、さらに日本からの原子力発電所導入を決定したことを考慮し、集中的に二国間支援協力を実施してきた。核不拡散科学技術センター（現在の核物質管理科学技術推進部：STNM）が 2007 年に協力を開始して以降、2010 年 6 月に JAEA とベトナムの VARANS との間で核不拡散に対する保障措置及び核セキュリティのインフラ開発への協力に関する覚書を締結、ISCN 設立後は ISCN が引き継いで支援を実施している。2012 年末までに IAEA の AP 批准を目指していたベトナムに対して、そのニーズに応じて、ベトナムの AP 批准に向けた体制整備を支援した結果、同国が AP を 2012 年 9 月 17 日に批准したことは大きな成果である。

ISCN

ベトナムに対するキャパシティ・ビルディング支援

強固なSSACの確立を支援

支援活動

- 1) デスクトップ知識共有
 - a. CSA及びAPの要求事項の詳細な理解
 - b. 核物質計量管理システムの基本要件
 - c. 保障措置情報取扱いに関するQC及びQA
 - d. 設計情報の評価手順
 - e. 国内査察における評価作業
- 2) 実習内容:
 - a. 核物質計量管理報告書
 - b. 非破壊検定 (NDA)
 - c. 核物質計量管理報告の検証作業
- 3) アドバイザリー・サポート内容:
 - a. NDA機器
 - b. コンピュータシステム(QC及びQAを含む)
 - c. SSACのシステム全体





(5) 関係者からの評価

ベトナムについては、日・ベトナム原子力協力の推進、ベトナムの AP 批准、JAEA と VARANS との二国間協力開始 5 周年に当たり、ベトナム科学技術省 (MOST)、産業・貿易省 (MOIT)、ベトナム電力 (EVN) 及び日本の文部科学省、JAEA、国際原子力開発 (株) と共催で、2012 年 11 月、「原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティにかかる国際会議」を開催した (出席者約 80 名)。ベトナムからこれまでの JAEA からの協力・支援への感謝の表明があり、また今後の協力強化の要請があった。

付録 1： キャパシティ・ビルディング支援項目

法令整備	<p>【保障措置 :包括的保障措置協定(CSA) & 追加議定書(AP)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 相手国の CSA 及び AP 履行に向けての理解を条文ごとに支援。 ▪ 相手国の国内法令によって確保すべき CSA 及び AP 要件についての理解を支援。 ▪ 国内法令の中で、これらの課題を確保できる方法についてガイドラインの提供。 ▪ 法令の草案に意見する相談役を務める。 	
	<p>【核セキュリティ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 相手国の核セキュリティ国際枠組みについての理解を支援。 ▪ 相手国の国際核セキュリティ文書の要件についての理解を支援。 ▪ 国内法令の中で、核セキュリティの要件を確保できる方法についてのガイドラインの提供。 ▪ 法令の草案に意見する相談役を務める。 	
保障措置	SSAC	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 相手国の CSA 及び AP 履行の要件についての理解を支援。 ▪ 相手国の核物質計量管理要件についての理解を支援。 ▪ 相手国の核物質計量管理制度の QC についての理解を支援。 ▪ 相手国の設計情報検認手順についての理解を支援。 ▪ 相手国の国内査察活動についての理解を支援。 ▪ 核物質計量管理報告のトレーニングの提供。 ▪ 非破壊分析(NDA)のトレーニングの提供。 ▪ 核物質計量の検認のトレーニングの提供。 ▪ 核物質の計量管理制度開発のアドバイス。
	AP	<p>【AP申告】</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 相手国の AP 申告の要件についての理解を支援。 ▪ AP 情報収集の日本のガイドラインの提供。 ▪ AP 申告のトレーニングの提供。 ▪ 相手国の産業及びアカデミック分野のアウトリーチ活動の支援。
		<p>【補完的アクセス: CA】</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 相手国の IAEA による CA 実施に向けての必要な準備についての理解を支援。 ▪ IAEA の CA を受入れる準備についての日本の経験の共有。 ▪ CA 履行に当たっての日本のガイドラインの提供。 ▪ CA 履行に向けてのトレーニングの提供。
核セキュリティ	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 相手国の核セキュリティの国際枠組みについての理解を支援。 ▪ 相手国の国際核セキュリティ文書の要件についての理解を支援。 ▪ 核セキュリティの国際要件を満たすに当たっての日本の経験の共有。 	

付録 2 : 国際核不拡散国際枠組コース活動実績

No.	コース名	国内／二国 間／国際	実施 場所	期間	参加者 数	備考
1	カザフスタンにおける原子力の平和利用と核不拡散に関するセミナー	二国間	カザフスタン	2011/6/7-8	28	
2	モンゴルにおける原子力の平和利用と核不拡散に関するセミナー	二国間	モンゴル	2011/8/9-10	28	
3	マレーシアにおける原子力の平和利用と核不拡散に関するセミナー	二国間	マレーシア	2012/2/8-9	38	
4	ベトナム電力公社(EVN)核不拡散・核セキュリティ・セミナー	二国間	日本	2012/3/13-14	10	ベトナム人対象
5	モンゴルにおける原子力の平和利用と核不拡散に関するセミナー	二国間	モンゴル	2012/9/4-5	34	
6	ベトナムにおける原子力の平和利用の相互協力に関わる国際会議	二国間	ベトナム	2012/11/20	51	
7	ヨルダンにおける原子力の平和利用と核不拡散に関するセミナー	二国間	ヨルダン	2013/1/29-30	96	
8	トルコにおける原子力の平和利用と核不拡散に関するセミナー	二国間	トルコ	2013/2/19-20	45	
				Total	330	

その他

No.	コース名	国内／二国 間／国際	実施 場所	期間	参加者 数	備考
1	IAEA 核鑑識コンサルタンシー会議	国際	日本	2012/1/16-19	19	
2	アジア原子力協力フォーラム(FNCA)核セキュリティ・保障措置プロジェクト・ワークショップ	国際	日本	2012/2/22-24	27	日本人:10
3	大学連携型核安全セキュリティ・グローバルプロフェッショナルコース	国内	日本	2012/9/19-21	12	日本人のみ
4	大学連携型核安全セキュリティ・グローバルプロフェッショナルコース	国内	日本	2013/3/26-28	7	日本人のみ
				Total	65	

付録 3： 核セキュリティコース活動実績

No.	コース名	国内／二国 間／国際	実施場 所	期間	参加者数	備考
1	核物質及び施設の物理的防護に関するトレーニング	国内	日本	2011/8/22-9/2	29	日本人のみ
2	核物質及び原子力施設の物理的防護に関する核セキュリティ勧告 (INFCIRC/225/Rev.5)に係るワークショップ	国内	日本	2011/9/5-6	87	日本人のみ
3	ベトナムにおける核セキュリティ・セミナー	二国間	ベトナム	2011/ 10/13	25	
4	核物質及び施設の物理的防護に係る地域トレーニング・コース	国際	日本	2011/10/17-28	28	
5	INFCIRC 225/ Rev.5 国際ワークショップ	国際	日本	2011/10/31-11/1	40	日本人:15 アメリカ: 2
6	ISCN-WINS ワークショップ「核セキュリティの強化に向けたコーポレート・ガバナンス」	国内	日本	2012/3/5-6	50	日本人のみ
7	原子力安全・保安院 核物質防護検査官トレーニング	国内	日本	2012-04/21	19	日本人のみ
8	IAEA 核鑑識入門地域トレーニング・コース	国際	日本	2012/5/22-24	23	日本人: 2
9	核物質及び原子力施設の物理的防護に関する国内トレーニング・コース	国内	日本	2012/5/30-6/1, 6/27-29, 7/25-27	38	日本人のみ
10	ISCN-WINS ワークショップ「核セキュリティ強化のための外部機関との連携」	国内	日本	2012/9/4-5	63	日本人のみ
11	カザフスタンにおける核セキュリティセミナー	二国間	カザフスタン	2012/9/25-26	18	
12	核物質及び施設の物理的防護に係る地域トレーニング・コース	国際	日本	2012/10/15-26	31	
13	核物質及び原子力施設の物理的防護に関する核セキュリティ勧告 (INFCIRC/225/Rev.5)に係る地域ワークショップ	国際	日本	2012/10/29-30	20	日本人: 3
14	陸上自衛隊化学学校トレーニング	国内	日本	2012/11/06	21	日本人のみ
15	核セキュリティ文化に係る地域ワークショップ	国際	日本	2012/11/13-15	29	日本人: 9
16	原子力規制庁 新任核物質防護検査官トレーニング	国内	日本	2012/11/29	4	日本人のみ
				Total	525	

付録 4 : 保障措置・国内計量管理コース活動実績

No.	コース名	国内／二国 間／国際	実施場 所	期間	参加者数	備考
1	ベトナムにおける追加議定書 申告に関するワークショップ	二国間	ベトナム	2011/10/11-12	16	
2	国内計量管理制度に係る国際 トレーニング	国際	日本	2011/11/28-12/9	22	日本人:2
3	ベトナム保障措置トレーニング	二国間	日本	2012/2/8-10	9	
4	再処理施設での保障措置に 係る試行トレーニング	その他	日本	2012/3/5-9	9	IAEAのみ
5	DCVDによる使用済み燃料 検認査察官トレーニング	その他	日本	2012/6/25-29	12	日本人:6 IAEA:6
6	ベトナムにおける追加議定書 申告に関するワークショップ	二国間	ベトナム	2012/7/10-12	18	
7	国内計量管理制度に係る国際 トレーニング	国際	日本	2012/11/26-12/7	25	日本人:4
8	マレーシアにおける追加議定 書に関するセミナー及び追加 議定書申告に関するワークシ ョップ	二国間	マレー シア	2013/1/30, 1/31-2/1	57	
9	再処理施設での保障措置に 係るトレーニング	その他	オース トリア& 日本	2013/1/22-24, 1/28-2/1	9	
				Total	177	

This is a blank page.

国際単位系 (SI)

表1. SI基本単位

基本量	SI基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質の量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m ²
体積	立法メートル	m ³
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²
波数	毎メートル	m ⁻¹
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m ²
比体積	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 ^(a) , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率 ^(b)	(数字の)	1
比透磁率 ^(b)	(数字の)	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。
 (b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(c)	1 ^(b)	m ² /m ²
周波数	ヘルツ ^(d)	Hz		s ⁻¹
力	ニュートン	N		m kg s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ⁻²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m	m ² kg s ⁻²
仕事率, 工率, 放射束	ワット	W	J/s	m ² kg s ⁻³
電荷, 電気量	クーロン	C		s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹
静電容量	ファラド	F	C/V	m ² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻²
コンダクタンス	ジーメン	S	A/V	m ² kg ⁻¹ s ³ A ²
磁束	ウェーバ	Wb	Vs	m ² kg s ⁻² A ⁻¹
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²	kg s ⁻² A ⁻¹
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m ² kg s ⁻² A ⁻²
セルシウス温度	セルシウス度 ^(e)	°C		K
光照射度	ルーメン	lm	cd sr ^(c)	cd
放射線量	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
放射性核種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq		s ⁻¹
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト ^(g)	Sv	J/kg	m ² s ⁻²
酸素活性化	カタール	kat		s ⁻¹ mol

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。
 (b) ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の1は明示されない。
 (c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
 (d) ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。
 (e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の間は同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
 (f) 放射性核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
 (g) 単位シーベルト (PV.2002.70,205) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI組立単位		
	名称	記号	SI基本単位による表し方
粘力のモーメント	パスカル秒	Pa s	m ⁻¹ kg s ⁻¹
表面張力	ニュートンメートル	N m	m ² kg s ⁻²
角速度	ニュートン毎メートル	N/m	kg s ⁻²
角加速度	ラジアン毎秒	rad/s	m m ⁻¹ s ⁻¹ = s ⁻¹
熱流密度, 放射照度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m m ⁻¹ s ⁻² = s ⁻²
熱容量, エントロピー	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg s ⁻³
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
比エネルギー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
熱伝導率	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² s ⁻²
体積エネルギー	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s ⁻³ K ⁻¹
電界の強さ	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ kg s ⁻²
電荷密度	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m kg s ⁻³ A ⁻¹
電表面積	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ s A
電束密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² s A
誘電率	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² s A
透磁率	ファラド毎メートル	F/m	m ³ kg ⁻¹ s ⁴ A ²
モルエネルギー	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s ⁻² A ⁻²
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル	J/mol	m ² kg s ⁻² mol ⁻¹
照射線量 (X線及びγ線)	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹
吸収線量率	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ s A
放射線強度	グレイ毎秒	Gy/s	m ² s ⁻³
放射輝度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ⁴ m ⁻² kg s ⁻³ = m ² kg s ⁻³
酵素活性濃度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² sr)	m ² m ⁻² kg s ⁻³ = kg s ⁻³
	カタール毎立方メートル	kat/m ³	m ³ s ⁻¹ mol

表5. SI接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 ²⁴	ヨタ	Y	10 ¹	デシ	d
10 ²¹	ゼタ	Z	10 ²	センチ	c
10 ¹⁸	エクサ	E	10 ³	ミリ	m
10 ¹⁵	ペタ	P	10 ⁶	マイクロ	μ
10 ¹²	テラ	T	10 ⁹	ナノ	n
10 ⁹	ギガ	G	10 ¹²	ピコ	p
10 ⁶	メガ	M	10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ³	キロ	k	10 ⁻¹⁸	アト	a
10 ²	ヘクト	h	10 ⁻²¹	ゼプト	z
10 ¹	デカ	da	10 ⁻²⁴	ヨクト	y

表6. SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1 h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	"	1"=(1/60)'=(π/648000) rad
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1 L=1 dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1 t=10 ³ kg

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI単位で表される数値
電子ボルト	eV	1 eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg
統一原子質量単位	u	1 u=1 Da
天文単位	ua	1 ua=1.495 978 706 91(6)×10 ¹¹ m

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1 MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322 Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1 nm=100 pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852 m
バイン	b	1 b=100 fm ² =(10 ¹² cm) ² =10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600) m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的関係は、 対数量の定義に依存。
ベレル	B	
デジベル	dB	

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI単位で表される数値
エル	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
ダイン	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1 Pa s
ストークス	St	1 St=1 cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1 cd cm ⁻² =10 ⁴ cd m ⁻²
フオト	ph	1 ph=1 cd sr cm ⁻² =10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1 cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx=1 G cm ² =10 ⁻⁸ Wb
ガウス	G	1 G=1 Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(c)	Oe	1 Oe _e =(10 ³ /4π) A m ⁻¹

(c) 3元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「△」は対応関係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 ⁻⁴ C/kg
ラド	rad	1 rad=1 cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
フェルミ	f	1 フェルミ=1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1メートル系カラット=200 mg=2×10 ⁻⁴ kg
トル	Torr	1 Torr=(101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm=101 325 Pa
カロリ	cal	1 cal=4.1858 J (「15°C」カロリ), 4.1868 J (「IT」カロリ), 4.184 J (「熱化学」カロリ)
マイクロン	μ	1 μ=1 μm=10 ⁻⁶ m

